manuel

StepArray



Contents

Avant propos

StepArray est un système *line-array* polyvalent conçu pour la sonorisation de la voix dans les grands espaces. Il offre une excellente intelligibilité, un design élégant, une électronique déportée, une compatibilité avec les systèmes de sécurité et plus encore.

Ce manuel est destiné à être un manuel pour l'utilisateur des systèmes StepArray ainsi qu'une référence complète contenant toutes les caractéristiques techniques et détails du système StepArray.

Comment utiliser ce manuel

Ce manuel de référence est divisé en deux parties :

- La première partie est un **tutoriel pour la recommandation**. Elle présente les principes et spécificités de StepArray, introduisant les bases d'acoustique nécessaires à la compréhension de la sonorisation dans les grands espaces, et la façon dont StepArray aide à obtenir une bonne intelligibilité dans ces lieux.
- La deuxième partie est une **référence technique** décrivant la gamme complète des produits StepArray. Elle comprend l'installation, le câblage, la maintenance, et le réglage. Les données techniques détaillées y seront trouvées.

Première partie

StepArray : tutoriel pour la recommandation

Table des matières

Introduction

Ceci est un tutoriel pour la recommandation des produits StepArray.

La section 1 présente les difficultés classiques de la sonorisation des grands espaces (1.1), et explique comment les réseaux de haut-parleurs peuvent être une bonne solution à ces difficultés (1.2). Le système StepArray est présenté à la fin de cette section (1.3).

Les sections suivantes introduisent progressivement le système StepArray :

- La section 3 explique les règles à suivre pour le choix d'un système StepArray,
- Le positionnement des colonnes est décrit à la section 4,
- Les options disponibles sont décrites à la section 5,
- Le logiciel SAdrive, utilisable à la fois pour la simulation et le réglage, est décrit à la section 6,
- Les outils de modélisation par ordinateur sont présentés à la section 7.

1 Sonorisation des grands espaces

1.1 Difficultés classiques de la sonorisation des grands espaces

La sonorisation de la voix dans les grands espaces réverbérants et bruyants est difficile pour plusieurs raisons, à savoir la **réverbération**, le **bruit ambiant**, et les **contraintes architecturales**.

Réverbération

Dans toute salle, la transmission du son du haut-parleur à l'auditeur peut être divisée en deux champs (voir figure 1) :

- Le champ direct, qui dépend de la distance haut-parleur/auditeur et de la directivité du haut-parleur.
- Le champ réverbéré, qui dépend de la géométrie de la salle et des propriétés acoustiques des murs. Dans les grands espaces (église, gare...), la réverbération peux être très importante et joue un rôle négatif sur l'intelligibilité de la parole (l'énergie du champ réverbéré est constante dans toute la salle).

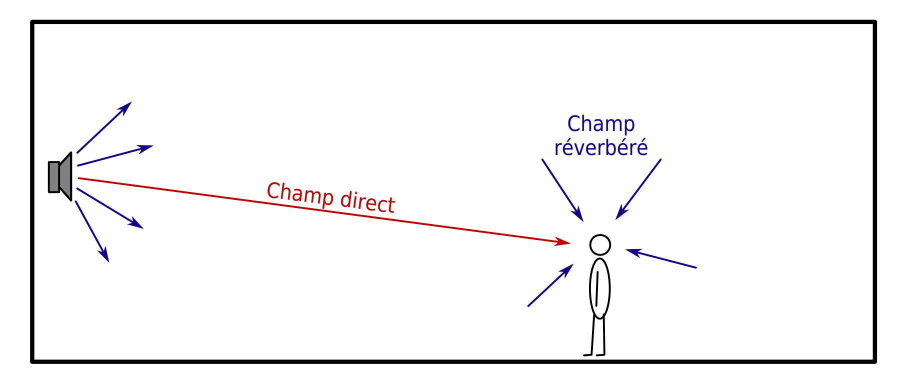


FIGURE 1 – Le champ direct augmente l'intelligibilité de la parole, le champ réverbéré la dégrade.



Règle d'intelligibilité #1 :
Le champ direct augmente l'intelligibilité de la parole, le champ réverbéré la dégrade.

Bruit ambiant

Le bruit ambiant réduit l'intelligibilité. Par exemple, le bruit des trains dans une gare peut empêcher l'auditeur de comprendre correctement un message. De plus, le niveau de bruit peut changer drastiquement au cours du temps : dans ce cas, le système de sonorisation doit ajuster le niveau de diffusion au bruit ambiant.


Règle d'intelligibilité #2 :
Le système de sonorisation doit émettre au moins $10dB$ au-dessus du niveau de bruit ambiant.

Contraintes architecturales

Le positionnement des haut-parleurs est souvent limité par des contraintes architecturales ou techniques. Dans les lieux ou l'esthétique est importante, les haut-parleurs ne sont pas souvent les bienvenus, par conséquent, ils doivent être discrets et peu nombreux.

Intelligibilité de la parole dans les grands espaces

Comme vu précédemment, l'intelligibilité de la parole [1] dépend du :
- Temps de réverberation. C'est une caractéristique de l'acoustique de la salle qui dépend des matériaux des murs et de la géométrie de la salle.
- Rapport $\frac{\text{Champ direct}}{\text{Champ réverbéré}}$. Cela dépend du temps de réverbération, du volume de la salle [2], de la distance haut-parleur/auditeur, et de la **directivité du haut-parleur**.
- Rapport $\frac{\text{Signal}}{\text{Bruit}}$. Cela dépend de la capacité du système de sonorisation à émettre suffisamment d'énergie pour « couvrir le bruit ».

Dans les grands espaces, changer le temps de réverbération implique de modifier une partie significative des matériaux des murs, et la plupart du temps ce n'est pas possible.

Fournir un rapport signal à bruit élevé est également important, mais ce n'est toujours pas suffisant pour assurer l'intelligibilité.

Par conséquent, dans les grands espaces réverbérants, le paramètre le plus important que le système de sonorisation doit affecter est le rapport $\frac{\text{Champ direct}}{\text{Champ réverbéré}}$. Il est donc nécessaire de privilégier l'énergie du son direct et d'éviter de mettre de l'énergie dans la partie réverbérée du champ. Cela peut être accompli en rapprochant le haut-parleur de l'auditeur, ou en utilisant des haut-parleurs très directionnels.


Dans les grands espaces réverbérants, **il est nécessaire de privilégier l'énergie du son direct** pour obtenir une bonne intelligibilité.

Dans les grands espaces, si l'on devait placer les haut-parleurs près des auditeurs, de nombreux haut-parleurs seraient nécessaires. Ce n'est pas réalisable dans ces lieux car fixer des haut-parleurs peut s'avérer difficile (très haut plafond, etc). Par ailleurs, dans beaucoup de cas, cela ne donne pas une bonne intelligibilité car seuls les haut-parleurs proches de l'auditeur contribuent au champ direct, tandis que tous les haut-parleurs contribuent autant au champ réverbéré.

1. Plusieurs indices ont été proposés pour mesurer l'intelligibilité. Le plus utilisé est le *Speech Transmission Index (STI)*. La valeur 0 correspond à une intelligibilité extrèmement faible, et la valeur 1 à l'intelligibilité parfaite. On considère généralement l'intelligibilité correcte lorsque le STI est au-dessus de 0.55.
2. L'énergie du champ réverbéré est proportionnelle au rapport $\frac{\text{Temps de réverbération}}{\text{Volume de la salle}}$.


Utiliser de nombreux haut-parleurs non-directionnels mène souvent à une intelligibilité faible : tous les haut-parleurs contribuent à la réverbération tandis que peu d'entre eux contribuent au son direct.

Utiliser des haut-parleurs très directionnels est une solution plus simple dans les grands espaces car dans ce cas, peu sont nécessaires. En plus d'une meilleure performance acoustique et d'un coût réduit, cela minimise l'impact esthétique du système de sonorisation.

Qualité sonore

L'intelligibilité n'est pas suffisante pour obtenir une bonne qualité sonore. Un autre aspect très important est que chaque auditeur ait un niveau sonore adéquat (SPL[3]), ce qui implique que le système de sonorisation fournisse une couverture homogène de la zone d'écoute. Ceci peut-être accompli grâce à un contrôle précis de la directivité du haut-parleur.

Le confort acoustique nécessite également une bande passante étendue et un taux de distorsion harmonique faible.


L'objectif le plus important d'un système de sonorisation est de fournir un champ direct puissant et constant sur toute la zone d'écoute, en minimisant l'énergie émise partout ailleurs.

1.2 Réseaux de haut-parleurs

Les réseaux de haut-parleurs sont souvent la meilleure solution pour délivrer un son direct puissant et constant sur toute la zone d'écoute. En effet, bien qu'un système de sonorisation distribué puisse diffuser avec un SPL constant sur la zone d'écoute, il n'est pas en mesure de fournir une intelligibilité de la parole suffisante lorsque la révérbération est importante. De plus, cela a plutôt un impact négatif sur l'aspect visuel de la salle.

À l'inverse, dans un grand espace réverbérant, une bonne intelligibilité peut être obtenue avec un nombre limité de réseaux de haut-parleurs (souvent seulement un ou deux) avec un impact minime sur l'esthétique de la pièce.

Il est assez aisé de calculer la forme du front d'onde qui doit être émis par un réseaux de haut-parleurs pour obtenir un SPL constant sur toute la zone d'écoute en minimisant l'énergie émise partout ailleurs. Un front d'onde en J est obtenu, dans lequel la courbure local dépend de la distance focale, comme le montre la figure 2. Afin de générer un tel front d'onde, les haut-parleurs peuvent être alignés le long du J comme dans les **réseaux géométriques** (figure 3a page suivante) [C-HEIL], ou ceux-ci peuvent être sur une ligne verticale et filtrés individuellement comme dans les **réseaux électroniques** (figure 3b page suivante) [DSP directivity]. Ce dernier cas correspond au enceintes colonnes, qui peuvent être montées verticalement contre un mur. Les avantages et inconvénients des ces deux types de réseaux sont abordés dans [DGRC-Arrays].

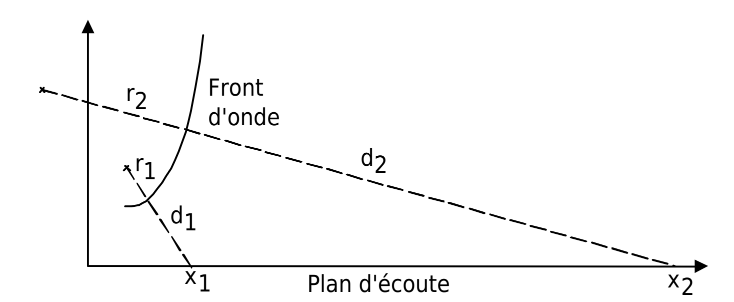
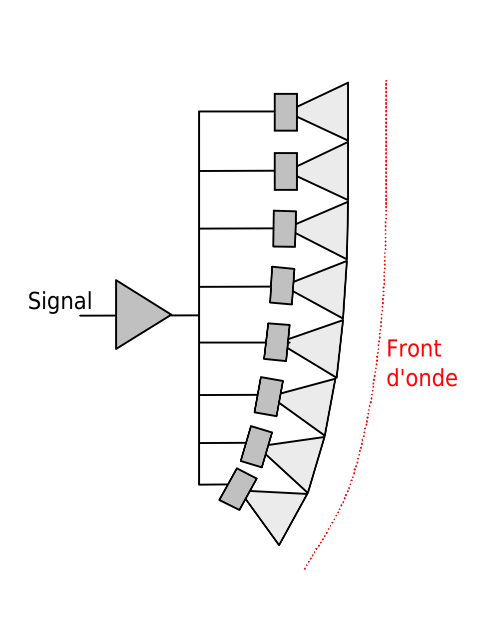
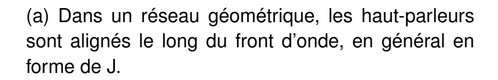


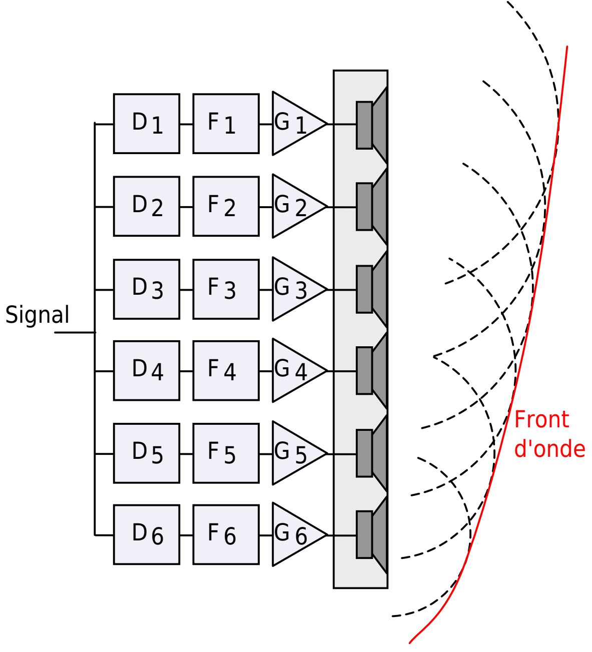
FIGURE 2 – Front d'onde en J nécessaire pour obtenir un SPL constant sur la zone d'écoute.

3. SPL : Sound Pressure Level

La caractéristique principale d'un réseau est sa **portée**, laquelle correspond à la distance minimum et maximum (depuis la colonne) pour lesquelles le SPL est constant (avec une tolérance donnée). La portée d'une colonne est proportionnelle à sa taille. Une autre caractéristique importante d'un réseau est l'espacement des haut-parleurs : les lobes secondaires haute-fréquence sont moins importants lorsque cet espacement est faible. Aux hautes fréquences, les réseaux géométriques utilisent généralement des guides d'ondes qui émettent comme une fente verticale isophase. Aligner plusieurs de ces guides d'ondes produit une « ligne-source » presque continue, ce qui réduit fortement les lobes secondaires.




(a) Dans un réseau géométrique, les haut-parleurs sont alignés le long du front d'onde, en général en forme de J.



(b) Dans une réseau électronique, les haut-parleurs sont alignés verticalement, et le front d'onde est synthétisé par un filtrage adéquat par les filtres F_i, les retards D_i, et les gains G_i associés à chaque haut-parleur.

FIGURE 3 – Réseaux électronique et géométrique

1.3 DGRC : Le système StepArray

Les colonnes StepArray mettent en oeuvre le principe *ligne-source* DGRC (Digital and Geometric Radiation Control) qui est une synthèse des réseaux électronique et géométrique, brevetée par Active Audio. Le principe est illustré par la figure 4 page ci-contre.

L'idée clé est de diviser le front d'onde voulu en plusieurs sections puis de les ramener sur une ligne verticale, un peu comme pour les lentilles de Fresnel utilisées en optique. Ensuite des retards électroniques sont utilisés pour compenser le temps de propagation du son entre les sections. Il a été montré dans [DGRC-Arrays] que ces retards n'entraînent pas de diffraction notable sur les bords de ce profil en dents de scie. Une conséquence de ce principe est que le nombre de canaux d'amplification et de filtrage est indépendant du nombre de haut-parleurs, ce qui conduit à un nombre de canaux très réduit.

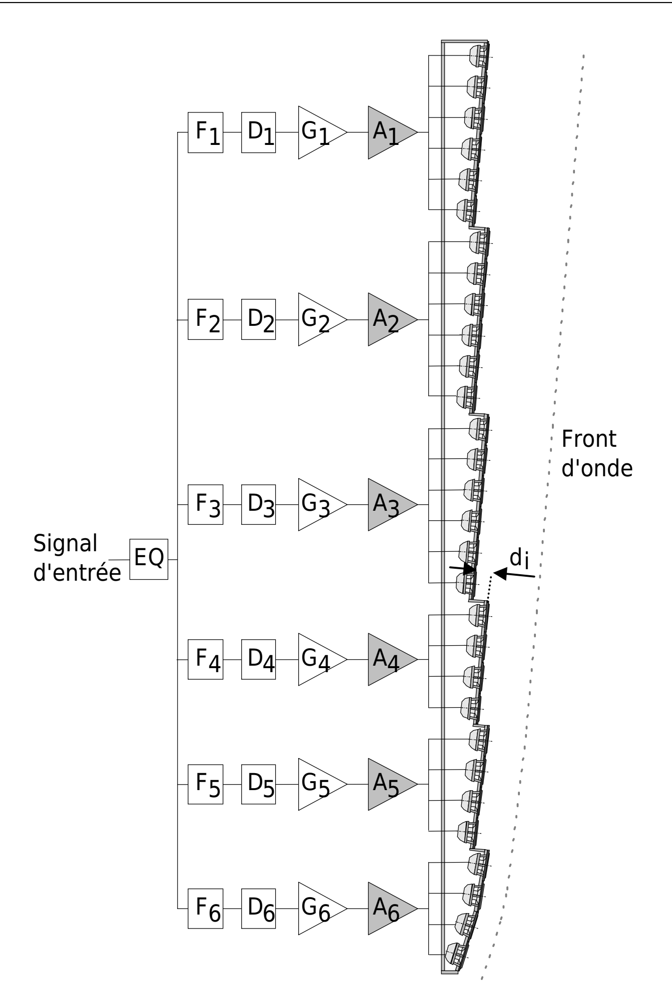


FIGURE 4 – Le principe DGRC utilisé par les colonnes StepArray. Le front d'onde est contrôlé à la fois par la position et l'orientation des haut-parleurs, et par les filtres F_i, les retards D_i, et les gains G_i de chaque canal.

Les principaux avantages apportés par le principe DGRC et utilisés par les colonnes StepArray sont :

- Un montage vertical de la colonne très proche du mur.
- Un nombre réduit de canaux électroniques (DSP et amplificateurs). Par exemple, le modèle SA250P qui fait $2.5m$ de hauteur n'utilise que 6 canaux pour 30 haut-parleurs. Ce qui peut faire une grande différence en terme de coût.
- La puissance est distribuée uniformément à tous les haut-parleurs. Ainsi ils peuvent tous être utilisés à leur capacité maximum, améliorant les performances générales et le niveau sonore.
- Le nombre de canaux ne dépend pas du nombre de haut-parleurs. En conséquence, de nombreux petit haut-parleurs large bande peuvent être utilisés pour obtenir une qualité sonore parfaite dans les aigus et réduire les lobes secondaires aux hautes fréquences.

2 Vue d'ensemble du système StepArray

La gamme StepArray comprend plusieurs modèles de colonnes dédiés à la diffusion de la parole et de musique d'ambiance dans des espaces fermés larges et/ou réverbérants. Les différents modèles permettent de couvrir une zone d'écoute plane ou gradinée, de 15m à 68m de longueur, avec une parfaite intelligibilité de la parole et une très bonne qualité sonore.

Les colonnes StepArray utilisent de l'**électronique externe**. Elles sont controlées par les processeurs de signaux **UT26** et amplifiées par l'amplificateur 6 canaux **MPA6150**. Avoir une électronique externe a les avantages suivants :

- Possibilité d'utiliser un **seul processeur UT26 pour contrôler plusieurs colonnes**, entraînant une réduction importante des coûts (voir section 2.3 page suivante).
- Possibilité d'utiliser plusieurs amplificateurs pour une seule colonne afin d'augmenter la sécurité : la panne d'un amplificateur affecte seulement quelques canaux mais la colonne continue à diffuser les messages. Par exemple, en utilisant deux colonnes et deux amplificateurs, l'ampli 1 peut être connecté aux canaux 1, 3, 5 des deux colonnes, et l'ampli 2 aux canaux 2, 4, 6 des deux colonnes.
- Maintenance simplifiée : toute l'électronique est **aisément accessible** dans le local technique.
- L'électronique peut être placée dans une pièce à l'épreuve du feu, avec une alimentation secourue (UPS).

Les paramètres de filtrage des processeurs UT26 sont réglés par le logiciel **SAdrive** au travers d'une communication série RS232. Les processeurs UT26 proposent des fonctions de filtrage telles que le contrôle de la directivité, l'égalisation, le retard, et des fonctions de haut niveau.

De plus, le système StepArray dispose d'un jeu d'options telles que : sortie subwoofer (SUB), contrôle automatique de gain (AGC), système de sonorisation de sécurité (SSS).

2.1 Exemple de système StepArray

La figure 5 est un exemple d'installation StepArray.

Le signal audio entre dans les processeurs UT26 qui fournissent à leur tour des signaux compatibles DGRC aux amplificateurs MPA6150. Un processeur peut aussi fournir une sortie SUB lorsqu'il est équipé de l'option SUB. Les réglages sont réalisés avec le logiciel SAdrive au travers d'une liaison serie RS232.

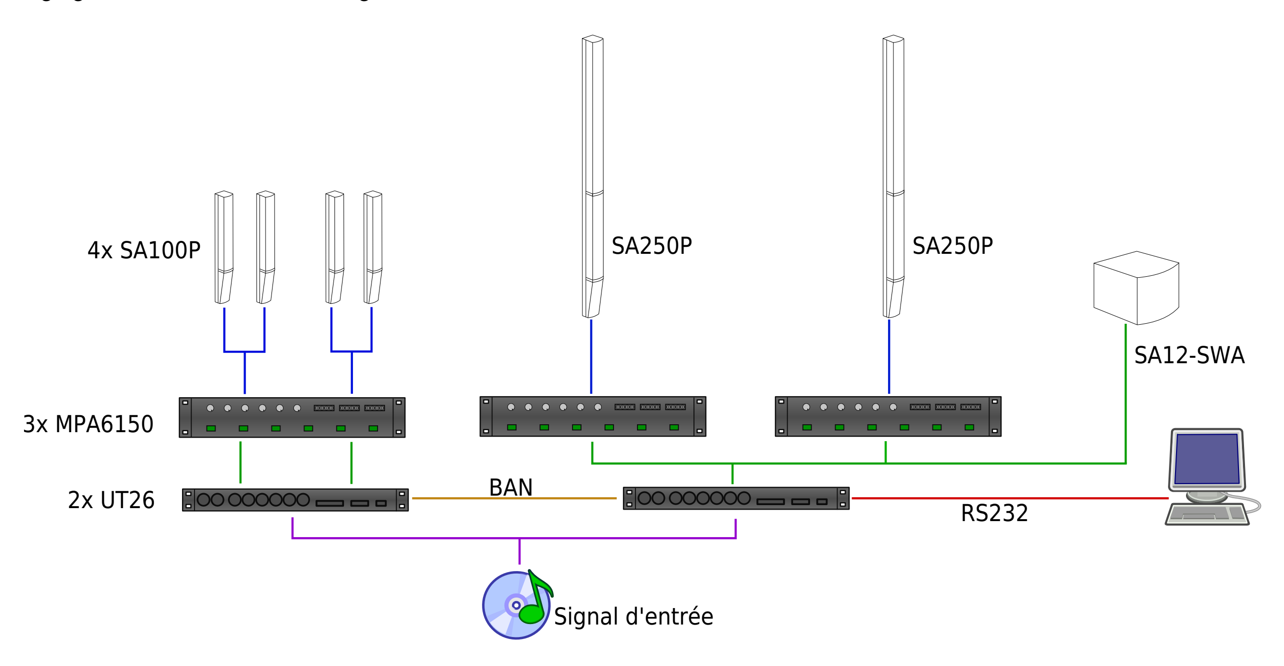


FIGURE 5 – Exemple de système StepArray

2.2 Les modèles de colonne StepArray

Le tableau 1 page 12 et le tableau 2 page 13 donnent un aperçu des caractéristiques des modèles StepArray. Une description complète des caractéristiques techniques se trouve sections 14 et 15.

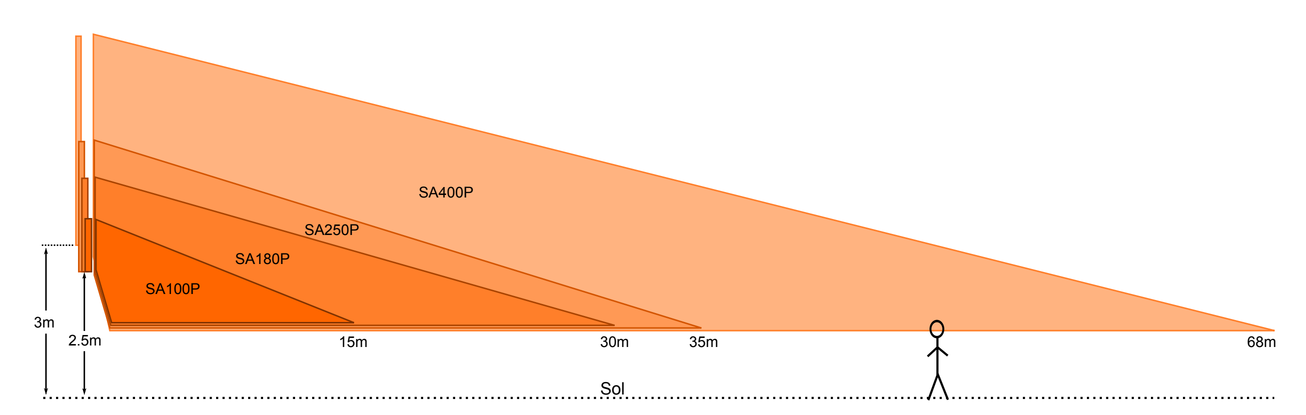


FIGURE 6 – Zones d'écoute (modèles P)

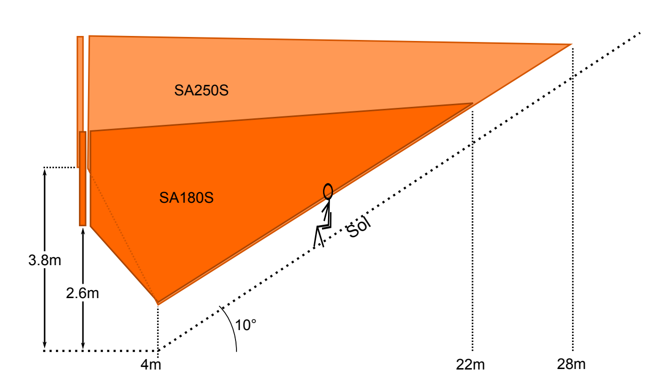


FIGURE 7 – Zones d'écoute (modèles S)



Les colonnes dont le nom se termine par un « P » (par exemple SA100P) sont conçues pour des **zones d'écoute horizontales**, tandis que les colonnes dont le nom se termine par un « S » sont conçues pour des **zones d'écoute gradinées** (ou avec balcon).

2.3 L'avantage StepArray : l'électronique partagée

Un des avantages d'utiliser de l'électronique externe est que plusieurs colonnes peuvent être connectées (via leur amplificateur) au même processeur.

Un processeur UT26 dispose de 6 sorties analogiques symétriques. Par conséquent un seul processeur UT26 peut être utilisé pour fournir les signaux pour :

- une colonne 6 canaux,
- une ou deux colonnes 3 canaux.

De plus, un processeur UT26 peut être connecté à un ou plusieurs amplificateurs StepArray (si plusieurs colonnes disposent du même signal). Dans ce cas, les entrées sont simplement câblées en guirlande sur les amplificateurs (voir section 9.1 page 22).

Dans l'exemple d'installation présenté en figure 8 page suivante, trois salles indépendantes sont équipées de colonnes StepArray. Chaque salle reçoit son propre signal et peut avoir des paramètres indépendants. Pour un total de 6 colonnes, seuls 2 processeurs et 3 amplificateurs sont nécessaires !

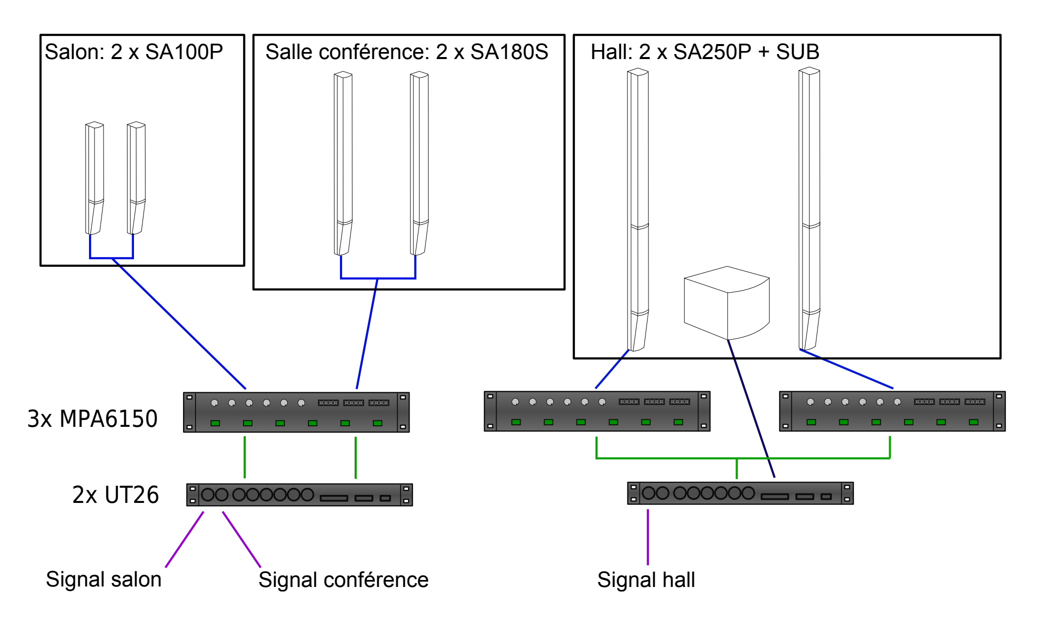


FIGURE 8 – Exemple d'électronique partagée

3 Choisir la bonne configuration

3.1 Colonnes

Toutes les colonnes StepArray ont une bande passante étendue et un grand angle d'ouverture horizontal [4]. Les colonnes sont montées verticalement grâce aux équerres de fixation fournies. Les colonnes sont disponibles aux RAL standards RAL9016 et RAL9005, et tout autre RAL est disponible en option. Le tableau 1 résume ces caractéristiques.

SPL Maxi	Ouverture Hor.	Bande passante	Montage	Couleurs
$95dB_{SPL}$ (bruit rose, dans la zone d'écoute)	180° (-6dB)	135Hz-17kHz (-3dB) 110Hz-19kHz (-10dB)	***Vertical*** (équerres fournies)	blanc RAL9016 noir RAL9005 autre RAL (option)

TABLE 1 – Caractéristiques générales des colonnes StepArray.

Les colonnes StepArray ne spécifient ni angle d'ouverture ni angle d'inclinaison du lobe pour ajuster la directivité. À la place, StepArray utilise la définition de la **zone d'écoute** pour ajuster ses paramètres afin de répondre au mieux aux objectifs demandés.

 Les colonnes StepArray utilisent la définition de la **zone d'écoute** pour ajuster automatiquement leurs paramètres.

La gamme StepArray fournit un ensemble complet de portées [5] et d'angles de gradinage de la zone d'écoute pour s'adapter à toutes les situations. Les zones d'écoutes, telles que représentées sur la figure 9 page ci-contre, sont

4. L'angle d'ouverture horizontal correspond à une atténuation de 6dB pour les moyennes des octaves 1 kHz et 2 kHz.
5. La portée d'une colonne est définie comme la distance maximale depuis la colonne pour laquelle le niveau sonore moyen des octaves 500Hz, 1 kHz, et 2 kHz reste dans l'intervalle $\pm 3dB$ ou $\pm 5dB$.

listées dans le tableau 2. La situation nominale correspond aux conditions utilisées pour la conception de la colonne. En renseignant la position réelle de la colonne et la forme de la zone d'écoute dans le bloc *Directivity* du logiciel SAdrive, les paramètres de filtrage DSP sont ajustés automatiquement.


Choisir la colonne qui sonorise la plus grande partie de la zone d'écoute.

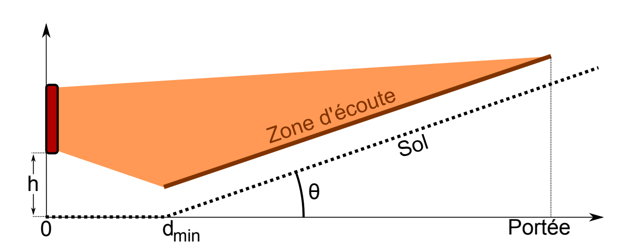


FIGURE 9 – Définition de la zone d'écoute

Modèle	Hauteur	Altitude nominale h (auditoire debout/assis)	Auditoire angle (θ)	Portée 500Hz-2kHz ($\pm$3dB / $\pm$5dB)	Distance mini. (d_{min})	Nombre de canaux
SA100P	1m	2.5m / 2.1m	Plat (0-5°)	15m / 21m	1m	3
SA180P	1.8m	2.5m / 2.1m	Plat (0-5°)	30m / 40m	1m	3
SA250P	2.5m	2.5m / 2.1m	Plat (0-5°)	35m / 45m	1m	6
SA400P	4m	3.0m / 2.6m	Plat (0-3°)	68m / 90m	1m	6
SA180S	1.8m	3.0m / 2.6m	Gradiné (5-20°)	22m / 29m	4m	3
SA250S	2.5m	4.2m / 3.8m	Gradiné (5-20°)	28m / 36m	4m	6

TABLE 2 – Caractéristiques spécifiques des modèles de colonnes StepArray.

3.2 Processeurs

Le processeur UT26 a 6 canaux de sortie, il peut donc délivrer les signaux de deux colonnes *3 canaux*, ou d'une colonne *6 canaux*.

Pour obtenir un son stéréo, il est possible de connecter deux colonnes *3 canaux* à des signaux différents sur le même processeur. Des paramétrages séparés sont prévus pour la directivité, l'égalisation, et les retards. Tous ces paramétres peuvent être sauvegardés et rappelés à distance grâce aux *presets*.

Les détails du câblage sont décrits à la section 9.1.

3.3 Amplificateurs

L'amplificateur MPA6150 peut fournir 6×150 Watts sous 4Ω, ou 6×100 Watts sous 8Ω.

Les détails du câblage sont décrits à la section 9.1.

3.4 Câbles

Les longueurs de câble détaillées dans le tableau 3 correspondent aux longueurs maximales recommandées pour les câbles amplificateurs-colonnes [6].

Longueur de câble	Section des brins
$< 300m$	$1.5mm^2$
$< 500m$	$2.5mm^2$

TABLE 3 – Recommendations de câblage pour les colonnes StepArray.

Pour les très longues distances dépassant les longueurs maximales décrites dans le tableau 3, contacter Active Audio.



- les colonnes 3 canaux utilisent un câble à 4 brins.
- les colonnes 6 canaux utilisent un câble à 7 brins.

3.5 Subwoofers

Dans les cas où le système StepArray diffuse de la musique, la qualité sonore sera meilleure si un subwoofer est ajouté. Cette option n'est pas nécessaire pour les installations qui diffusent seulement de la parole car la voix humaine contient peu de composantes fréquentielles sous 150 Hz.

Le signal du subwoofer est délivré par un processeur UT26 comprenant l'option SUB (voir section 5.2).

Active Audio propose des subwoofers (SA12-SW et SA12-SWA) adaptés aux installations StepArray (voir section 14.3).

4 Règles de positionnement des colonnes

Lors du choix d'une configuration StepArray, les objectifs sont les suivants :

- Assurer une couverture SPL optimale,
- Assurer une bonne intelligibilité des messages vocaux,
- Éviter les échos et effets larsen,
- Donner l'impression que le son vient de l'orateur.

Le positionnement des colonnes doit suivre ces règles simples :

- Utiliser un minimum de colonnes : choisir la colonne couvrant le plus possible la zone d'écoute.
- Ajouter des colonnes seulement si nécessaire. Attention : l'intelligibilité peut baisser s'il y a trop de colonnes.
- Les colonnes doivent être placées de manière à obtenir un niveau sonore homogène sur toute la zone d'écoute.
- Pour les cas complexes, il est fortement recommandé d'utiliser un logiciel de CAO qui tiendra compte de l'acoustique de la pièce. Des outils de CAO sont présentés à la section 7.
- Placer les colonnes aussi près que possible de leur altitude nominale (voir tableau 2 page précédente). Lorsque les colonnes ne sont pas à leur altitude nominale, utiliser le logiciel SAdrive pour vérifier que leur diffusion sera convenable.

6. Ces longueurs de câblage correspondent à une perte de niveau sonore de 3dB.

Lorsque plusieurs colonnes sont utilisées, les différences des distances de propagation [7] pour les colonnes couvrant **la même zone d'écoute** doivent être inférieures à **20m**. pour éviter les échos éventuels dans certaines parties de l'auditoire. Voir la figure 10.

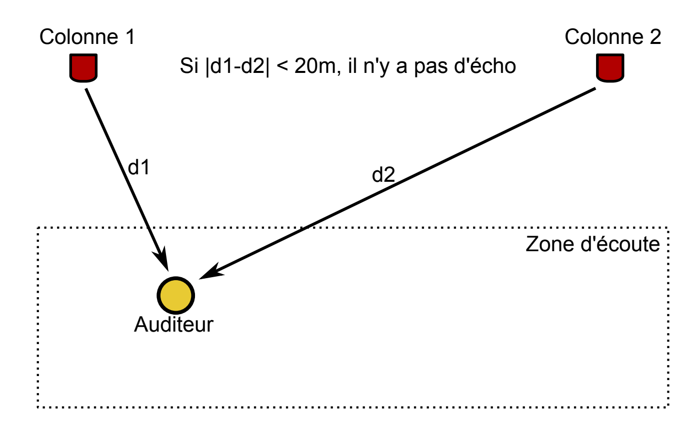


FIGURE 10 – Interférences entre colonnes

Par ailleurs, prendre en compte les microphones et la scène :

- L'orateur doit se tenir à moins de 15m des colonnes, sinon il entendra un écho de sa propre voix.
- L'auditoire doit avoir l'impression que le son vient de l'orateur. Ceci est réalisé en plaçant une colonne de chaque coté de la scène pour « re-centrer » le son. Une colonne seule peut être utilisée mais dans ce cas elle doit être proche de la zone à couvrir.
- Éviter les effets larsen : il ne doit jamais y avoir un microphone pointant vers la colonne ; cela peut générer un problème de larsen.



L'impact de l'acoustique de la salle sur le niveau sonore au sein de la zone d'écoute est relativement faible [a], car le but fondamental des colonnes StepArray est de fournir un son direct prépondérant pour assurer une bonne intelligibilité, même dans les lieux réverbérants.

a. L'augmentation du niveau sonore par la réverbération peut être plus importante près des murs.

7. Dans ce contexte, la distance de propagation est la distance entre la colonne et l'auditeur.

5 Options

Plusieurs options sont disponibles pour le système StepArray. Ces options amènent des cartes électroniques supplémentaires à l'intérieur du processeur UT26 et des colonnes. Une étiquette annotée à l'arrière du processeur indique les options installées, comme le montre la figure 11.

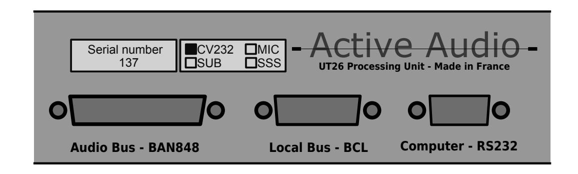


FIGURE 11 – Etiquettage des options à l'arrière du processeur UT26 (option CV232 dans ce cas).

5.1 Microphone (MIC)

Cette option ajoute un microphone à électret dans boîtier de connexion à l'arrière de la colonne, ainsi que l'alimentation fantôme fournie au travers de l'entrée 2 par le processeur UT26.

Cette option est nécessaire pour pouvoir activer la fonction AGC (Contrôle Automatique de Gain), voir section 12.1.

5.2 Sortie sub (SUB)

Lors de la diffusion de musique, il est générallement nécessaire d'ajouter un subwoofer aux colonnes. L'option SUB ajoute une sortie sub au port BCL des processeurs UT26 (le câblage est décrit à la section 9.6).

Quand l'option SUB est utilisée, le signal sub est filtré passe-bas par le processeur UT26 avec un filtre de type Linkwitz-Riley du 4ème ordre à 180Hz, et le signal de la colonne est filtré par le filtre passe-haut complémentaire.

Pour la sonorisation de la parole, il est inutile d'étendre la réponse basse fréquence.

5.3 Système de Sonorisation de Sécurité (SSS)

L'option SSS (Système de Sonorisation de Sécurité) rend conforme le système StepArray à la norme EN-60849. Elle est adaptée aux installations diffusant des messages de sécurité. Elle consiste à surveiller le bon fonctionnement du système suivant les exigences de la norme en utilisant deux cartes filles placées à l'intérieur du processeur UT26 et un capteur pour la mesure du courant. Les erreurs des processeurs, amplificateurs, et haut-parleurs sont détectées et signalées.



Au-delà de la norme :

L'option SSS est une très bonne façon de faciliter la maintenance d'une installation en vous gardant informé de son bon fonctionnement.

6 Logiciel SAdrive

Le logiciel SAdrive est principalement utilisé pour le réglage des paramètres des colonnes StepArray, mais il s'agit également d'un bon outil de simulation. Le logiciel est téléchargeable gratuitement sur le site web d'Active Audio :

http ://www.activeaudio.fr/gamme-steparray/sadrive

SAdrive donne accès à une gamme complète d'opération pour chaque colonne :

- sélection d'entrée avec *noise-gate* ajustable,
- égalisation : 6 cellules de filtrage entièrement paramétriques,
- gestion de la sortie sub,
- retard,
- contrôle de la directivité,
- gestion du contrôle automatique de gain,

Ces opérations sont directement accessibles via le cadre *Synoptic* de SAdrive comme le montre la figure 12.



FIGURE 12 – Cadre *Synoptic*

De plus, il est possible de sauvegarder et rappeller les paramètres de fonctionnement grâce aux presets.

La fonction principale de SAdrive est le bloc *Directivity*, qui permet à l'utilisateur de changer en temps réel le profil d'émission des colonnes StepArray. Ce bloc est présenté sur la figure 13.

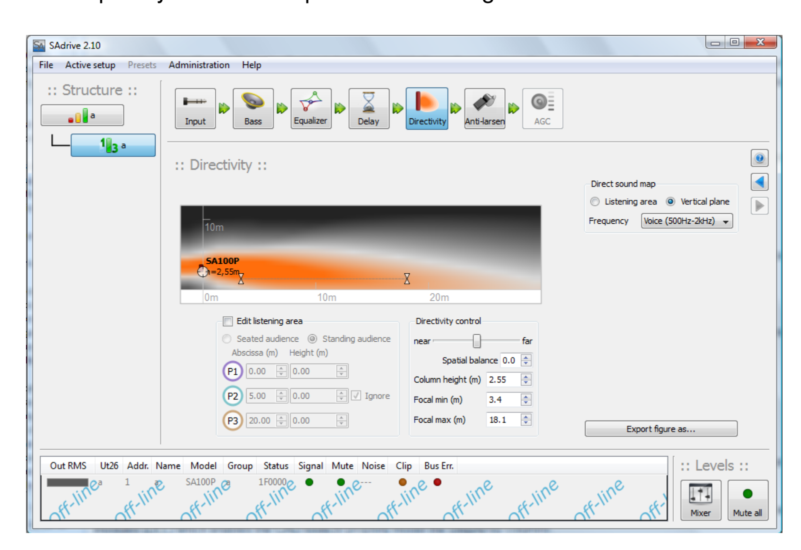


FIGURE 13 – Bloc *Directivity* de SAdrive

7 Modélisation CAO

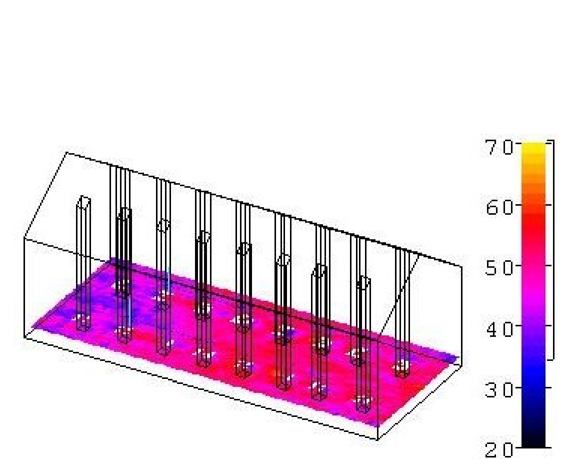
De puissants logiciels de CAO permettent de prévoir l'acoustique d'une salle et de modéliser précisement l'émission des réseaux de haut-parleurs. Ces logiciels peuvent calculer des indices acoustiques variés tels que le temps de réverbération, le niveau sonore, le STI...

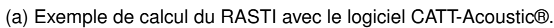
Dans un réseau de haut-parleurs, tous les haut-parleurs émettent de manière cohérente. Ceci doit être pris en compte par la modélisation. Pour cela, des modules logiciels (DLL) qui permettent aux outils de CAO de modéliser correctement les colonnes StepArray sont proposés directement dans les logiciels CATT-Acoustic et EASE.

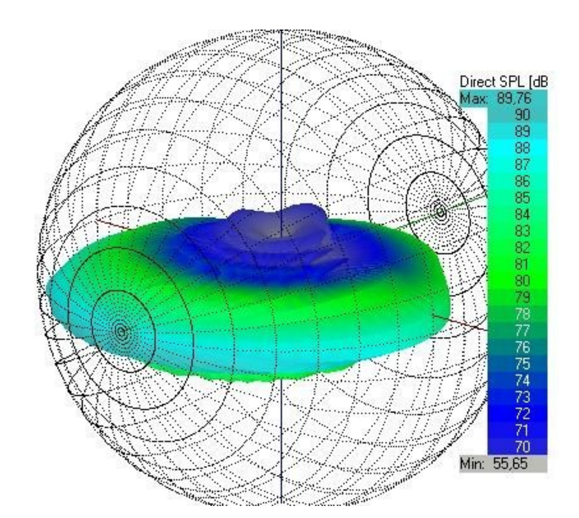
La figure 14 page suivante donne des exemples de résultats de modélisation des logiciels CATT-Acoustic et EASE.



Avec les DLLs StepArray, les paramètres de directivité des colonnes sont ajustables de la même façon qu'avec le logiciel SAdrive en situation réelle.




(a) Exemple de calcul du RASTI avec le logiciel CATT-Acoustic®.



(b) Tracé volumique du niveau sonore émis par la colonne SA250S pour l'octave 1kHz. Simulation avec EASE®.

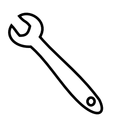
FIGURE 14 – Exemples de résultats de modélisation en CAO.

Références

[DGRC-Arrays] X. Meynial, *«DGRC arrays : A synthesis of geometric and electronic loudspeaker arrays»*, AES 120th Convention. Preprint 6786, Paris May 2006.

[C-HEIL] *«Sound Wave Guide»*, US Patent # 5,163,167, Inventor : C. Heil, nov 10 1992.

[DSP directivity] G.W.J. van Beuningen ; E.W. Start ; *« Optimizing Directivity Properties of DSP Controlled Loudspeaker Arrays »*, Reproduced Sound 16 Conference, Stratford (UK) 17-19 Nov 2000, Institute of Acoustics.



Manuel technique

StepArray



Deuxième partie

Référence technique StepArray

Table des matières

8 Installation des colonnes

Les colonnes StepArray sont montées verticalement, en général contre un mur, en utilisant les équerres de fixation fournies. La figure 15 décrit les étapes à suivre pour la fixation d'une colonne. Voir aussi la figure 25 page 36 pour des dessins techniques des équerres.

1

x3

Fixer
les équerres
sur le mur
avec des boulons
de 8mm de diamètre

x3

2

Hauteur colonne
+ 5mm

3

Vérifier
la verticalité

4

Monter la colonne
à l'aide des écrous
et boulon fournis

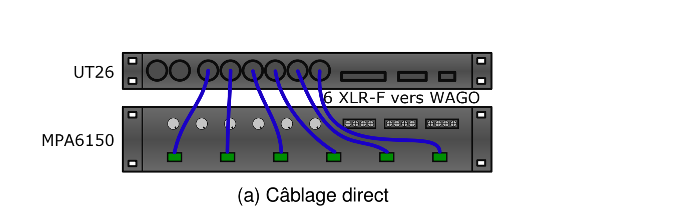
FIGURE 15 – Montage d'une colonne contre un mur

 Il est important de **monter la colonne verticalement**.

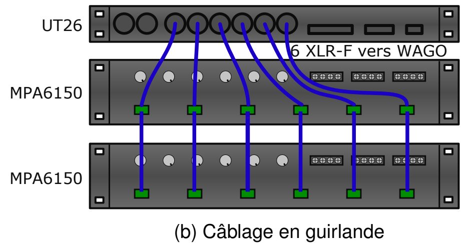
9 Câblage

9.1 Processeur UT26 vers amplificateur

Un processeur UT26 peut être connecté à une ou plusieurs colonnes StepArray via des amplificateurs (voir figure 16). Quand une UT26 est utilisée avec plusieurs amplificateurs (pour fournir le même signal à plusieurs colonnes), les entrées sont simplement cablées en guirlande (voir figure 16b).



(a) Câblage direct



(b) Câblage en guirlande

FIGURE 16 – Câblage UT26 vers MPA6150

Les câbles XLR-F vers Wago utilisent la convention de câblage XLR standard détaillée dans le tableau 4.

XLR	Wago
pin 1	Masse
pin 2	pin +
pin 3	pin -

TABLE 4 – Câblage XLR vers Wago

9.2 Réglage de l'amplificateur

Les amplificateurs MPA6150 doivent être réglés avec tous les **volumes au maximum**, et les microswitchs réglés pour des **canaux indépendants**, tel que décrit sur la figure 17.

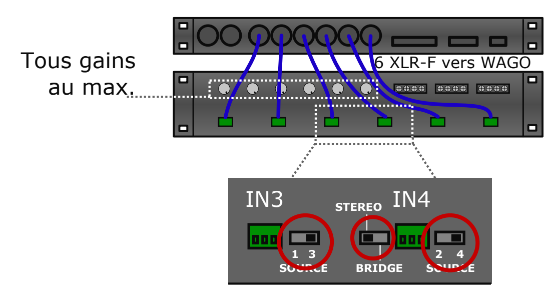


FIGURE 17 – Réglage de l'amplificateur MPA6150

9.3 Câblage amplificateurs vers colonnes

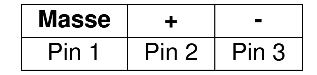
Le câblage des amplificateurs aux colonnes est évident : connecter chaque canal de l'amplificateur au canal correspondant de la colonne et raccorder une masse commune, tel qu'illustré par la figure 18.

FIGURE 18 – Câblage MPA6150 vers colonne

9.4 Câblage du microphone (option MIC)

L'option MIC comprend un microphone intégré dans la colonne et une carte fille placée à l'intérieur du processeur UT26, qui fournit une alimentation fantôme sur l'entrée 2 du processeur.

La sortie microphone de la colonne doit être reliée à l'entrée 2 du processeur UT26 à l'aide d'un câble de type paire blindée. Le câblage est décrit dans le tableau 5.



Masse	+	-
Pin 1	Pin 2	Pin 3

TABLE 5 – Câblage du microphone : XLR standard

9.5 Câblage RS232

Un seul processeur doit être connecté en RS232 à l'ordinateur. S'il y a plusieurs processeurs UT26, la communication avec tous les processeurs est possible lorsque les connecteurs BAN sont reliés en guirlande. Ceci est illustré par la figure 19.

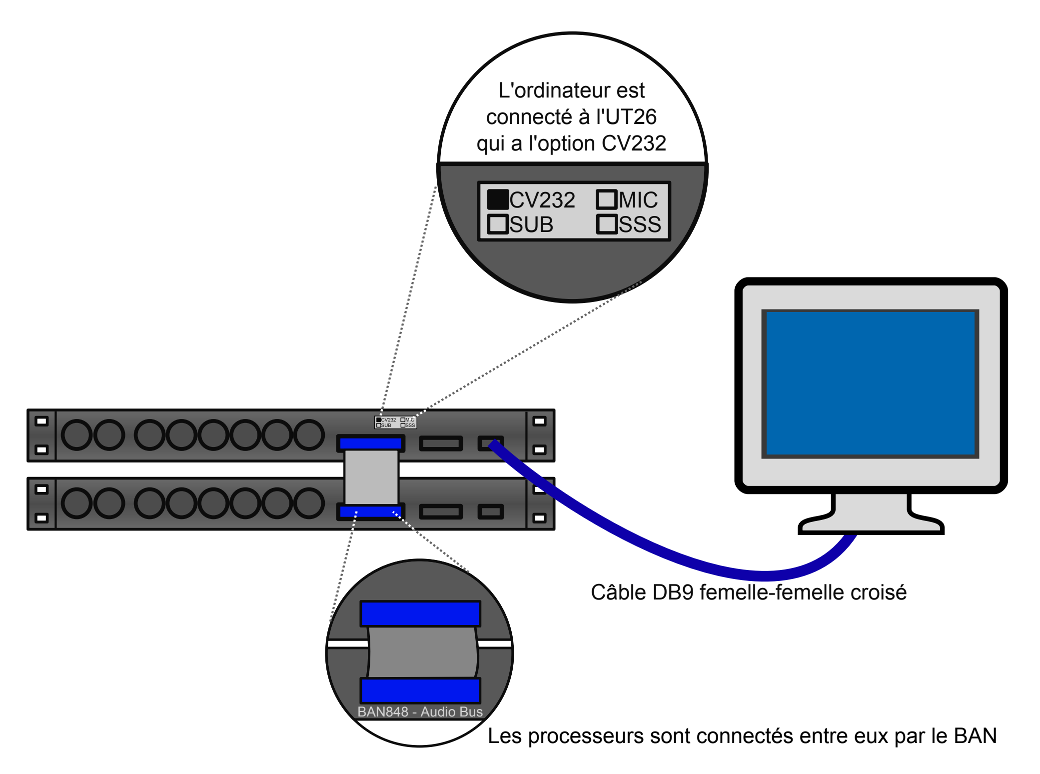


FIGURE 19 – Schéma de câblage RS232

Le câblage RS232 est un câble DB9 croisé standard (type *null-modem*) tel que montré sur la figure 20.

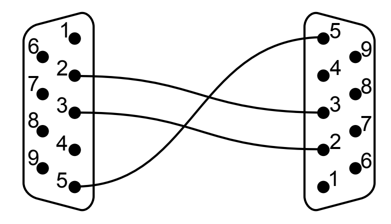


FIGURE 20 – Câblage RS232 : câble DB9 croisé standard



Lorsque plusieurs processeurs UT26 sont utilisés, il peuvent être inter-connectés grâce au connecteur BAN. Dans ce cas, **une seule UT26 connectée au BAN doit être équipée de l'option CV232**. L'option CV232 est désactivée lorsque le cavalier JP1 de la carte CV232 est en position « PC ».



Quand la distance entre l'ordinateur et le processeur est supérieure à 30 mètres, il est possible d'utiliser un port RS485 connecté au canal de commande (Masse sur pin1, **-** sur pin 2, **+** sur pin 15) du connecteur BAN. Dans ce cas l'option CV232 est inutile.

9.6 Câblage SUB

Lorsque le processeur UT26 est équippé de l'option SUB (section 5.2), une sortie sub est disponible sur le port BCL du processeur UT26. Le tableau 6 décrit le câblage utilisé.

Pin	Sig
pin 5	+
pin 6	-
pin 14	Masse

TABLE 6 – Câblage SUB sur port BCL

10 Tests avant mise sous tension

Avant de mettre l'installation sous tension, il est de bon ton de s'assurer que le câble de la colonne est correctement connecté. Dès lors, la résistance électrique de chaque canal de la colonne doit être vérifiée en bout de câble, du côté de l'amplificateur. Les résistances électriques mesurées doivent correspondre aux valeurs ci-dessous.

Canal	1	2	3	4	5	6
SA100P	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω	–	–	–
SA180P	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω	–	–	–
SA250P	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω	4.4Ω	4.4Ω	4.4Ω
SA400P	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω
SA180S	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω	–	–	–
SA250S	3.3Ω	6.6Ω	6.6Ω	4.4Ω	4.4Ω	3.3Ω

Pour une vue détaillée du brochage des connecteurs, voir figure 18 page 23.


Lors de la mesure de la résistance électrique, la résistance du câble doit être prise en compte (environ 1.3Ω pour 100 mètres de $1.5mm^2$; 0.7Ω pour 100 mètres de $2.5mm^2$).

11 Logiciel SAdrive

Le logiciel SAdrive est utilisé pour le réglage des paramètres de filtrage des colonnes StepArray, il est téléchargeable gratuitement sur le site web d'Active Audio :
http ://www.activeaudio.fr/gamme-steparray/sadrive

11.1 Initialiser de nouveaux processeurs

Quand un nouveau processeur (sorti d'usine) est connecté pour la première fois à SAdrive, il doit être initialisé. Les étapes d'initialisation sont décrites ci-après.

1 Éteindre tous les processeurs

2 Passer en mode administrateur

3 Se connecter au port COM

4 Allumer le processeur équipé de l'option CV232

5 Régler les paramètres d'initialisation pour ce processeur, et appliquer.

6 Allumer un autre processeur

Attention: Allumer un seul processor à chaque fois

7 Régler les paramètres d'initialisation pour ce processeur, et appliquer.

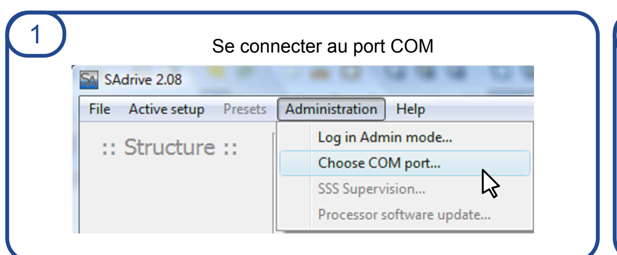
L'adresse doit être unique

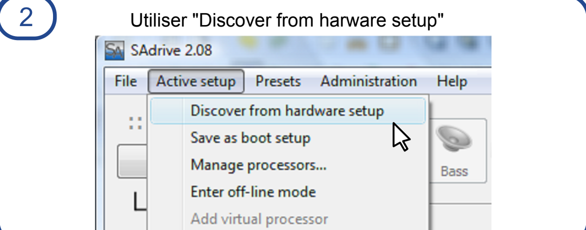
Répéter l'étape 6 et 7 pour chaque processeur supplémentaire

8 Utiliser "Save as boot setup" pour enreigstrer les changements

11.2 Contrôler les processeurs connectés

Les processeurs déjà initialisés n'apparaissent pas automatiquement dans SAdrive. Pour qu'ils apparaissent, suivre les étapes ci-après :





12 Fonctionnalités avancées

12.1 Contrôle Automatique de Gain : AGC

Le contrôle automatique de gain est disponible si le processeur UT26 dispose de l'option MIC (section 5.1).

AGC permet l'ajustement automatique du niveau de diffusion en fonction du niveau sonore ambiant capté par le microphone lorsqu'aucun message n'est diffusé. En utilisant cette fonction, le niveau sonore perçu par les auditeurs est ajusté pour un confort optimal : un niveau modéré lorsque le bruit ambiant est bas, un niveau plus élevé lorsque le bruit ambiant est important, de manière à conserver une bonne intelligibilité.

Le niveau de bruit ambiant capté par le microphone est lissé avec une *constante de temps* définie par l'utilisateur. La valeur lissée résultante est utilisée pour le calcul de gain : au-dessous du *seuil* défini par l'utilisateur, le gain AGC est réglé à $0dB$; au-dessus de ce *seuil*, le gain AGC augmente proportionnellement au bruit ambiant jusqu'à $+12dB$.

Par exemple :

- Si le bruit ambiant est de $75dB_{SPL}$, et que AGC entre en action (*Seuil*) à $65dB_{SPL}$, alors le gain AGC sera de $10dB$ (i.e. $75dB - 65dB$).
- Si le bruit ambiant est de $80dB_{SPL}$, et que AGC entre en action (*Seuil*) à $65dB_{SPL}$, alors le gain AGC sera de $12dB$ (i.e. $80dB - 65dB = 15dB$ mais le gain AGC est de $12dB$ max).

Le fonctionnement de AGC est résumé sur la figure 21.

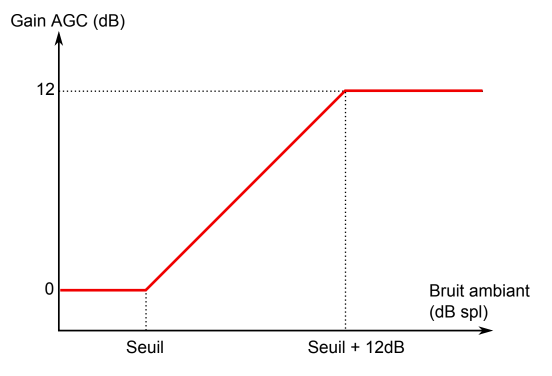


FIGURE 21 – Fonctionnement du contrôle automatique de gain



- Lorsque la fonction AGC est en service, la sélection d'entrée du bloc *Input* est forcée à l'entrée 1, type analogique.
- La valeur du bruit ambiant est affichée (par pas de $2dB$) dans le cadre *Status* de SAdrive.

12.2 Système de Sonorisation de Sécurité : SSS

La conformité au système de sonorisation de sécurité est disponible lorsque le processeur UT26 est équipé de l'option SSS. Cette option inclut :

- deux cartes filles dans le processeur UT26,
- un bouton poussoir avec 2 LEDs sur la face avant du processeur UT26,
- un boîtier capteur SSS

Le principe de fonctionnement de SSS est d'utiliser un signal test ainsi qu'un capteur de courant afin de surveiller la consommation de courant effective de chaque canal du système.

Un processeur UT26 équipé avec l'option SSS ajoute une composante sinusoïdale HF au signal audio de sortie, et détecte de manière synchrone ce signal HF sur son entrée 2 analogique (où le capteur SSS est connecté). Cette boucle de mesure autorise une surveillance précise du courant consommé par les colonnes.

Le diagramme de câblage d'une installation SSS est visible sur la figure 22.

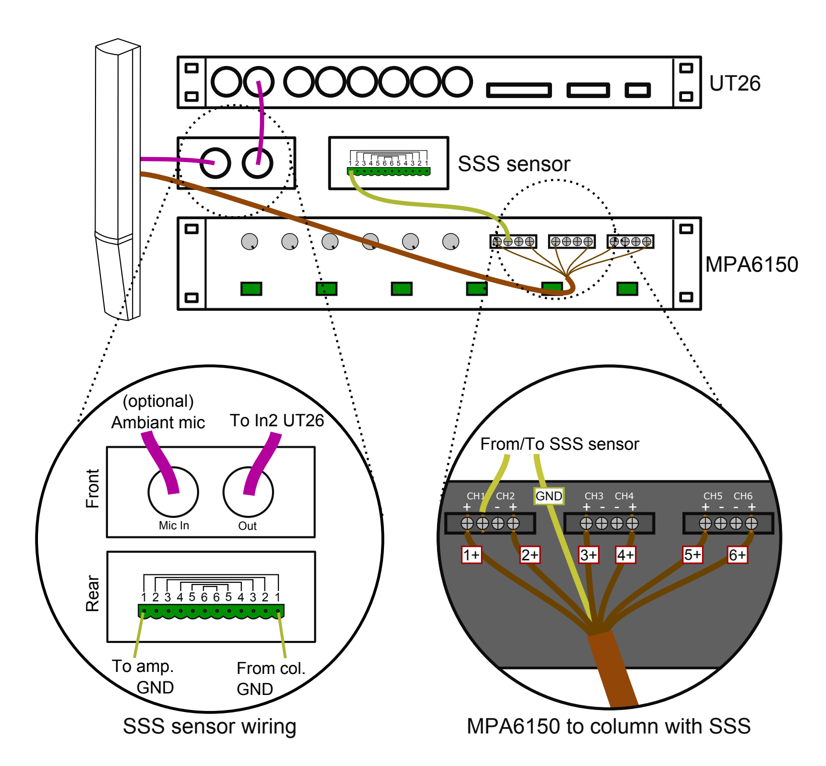


FIGURE 22 – Diagramme de câblage SSS

Tout défaut détecté par le processeur aura les conséquences suivantes :

- la LED rouge est allumée sur la face avant du processeur UT26,
- le processeur émet un signal sonore
- le contact SSS entre les pins 1 et 9 sur le port BCL du processeur est ouvert.

Si un processeur UT26 tombe en panne, le signal sonore et la LED ne fonctionnent pas, mais le contact SSS est toujours ouvert, de tel sorte que la panne est correctement remontée à la centrale de surveillance de l'installation.



Le contact SSS [a] est l'indication principale d'un défaut : il sera ouvert même lors d'une panne du processeur (panne de courant par exemple), afin que la panne soir toujours rapportée.

a. Le contact SSS est entre les pins 1 et 9 sur le port BCL du processeur UT26.

Exemples de disfonctionnements :

- un canal d'une colonne est déconnecté de l'amplificateur,
- l'amplificateur est éteint,
- un bouton de volume de l'amplificateur a été tourné par erreur,
- un haut-parleur a grillé,
- le câble colonne est sectionné,
- etc.

12.3 Antilarsen

L'antilarsen utilisé dans les processeurs UT26 est un retard modulé.

Le retard est modulé sinusoïdalement avec une profondeur constante de $2.6ms$, tandis que la fréquence de modulation est ajustable pour une suppression du larsen plus ou moins rapide. La fréquence de modulation est :

- *Off* : pas de modulation.
- *Low* : $0.6Hz$.
- *Mid* : $1.3Hz$.
- *High* : $4.0Hz$.

Les mesures in-situ montrent que la marge de gain est généralement augmentée de 4dB.



- L'antilarsen peut être utilisé pour la sonorisation de la voix, mais doit rester éteint pour la diffusion de music.
- La variabilité temporelle introduite par l'algorithme n'est pas compatible avec les antilarsens standards.

12.4 Contrôle à distance

Il est possible de contrôler les processeurs UT26 en utilisant un contrôleur déporté. La seule contrainte est d'être capable d'envoyer un code hexadécimal sur la connexion RS232. Par exemple, le modèle de contrôleur Extron MLC-104 peut-être configuré pour contrôler les processeurs UT26.

Le tableau 7 liste les opérations disponible avec le code hexadécimal correspondant.

Opération	Code hexadecimal
Mute	$81
Un-Mute	$82
Augmenter volume (+2dB)	$83
Diminuer volume (-2dB)	$84
Charger preset 1	$85
Charger preset 2	$86
Charger preset 3	$87
Charger preset 4	$88

TABLE 7 – Codes de contrôle à distance

13 Diagnostic

Symptôme	Cause possible	Solution
Le voyant de l'interrupteur du processeur UT26 est éteint	Un fusible est grillé	Remplacer les fusibles du connecteur d'alimentation situé à l'arrière de l'UT26 (fusibles 160mA retardés)
La colonne n'émet aucun son.	Aucun signal d'entrée détecté	Vérifier que la diode *Sig* est allumée dans le cadre *Status* de SAdrive. Si la diode est éteinte, vérifer que le seuil d'entrée (*Input threshold*) n'est pas trop élevé.
	Le processeur UT26 n'est pas initialisé.	Suivre les étapes présentées à la section 11.1 page 26 pour initialiser les processeurs avec SAdrive.
SAdrive ne trouve pas le processeur UT26	Le câble de l'ordinateur à l'UT26 est défectueux.	Vérifier que le câble RS232 est câblé tel que décrit à la section 9.5 page 24.
	L'UT26 n'est pas équipée de l'option CV232.	Connecter l'UT26 par le connecteur BAN à une UT26 équipée de l'option CV232 comme expliqué dans la section 9.5 page 24.
	Le port COM sélectionné dans SAdrive n'est pas le bon.	Sélectionner le bon port COM dans SAdrive (*Administration→Choose COM port)*
	Le processeur UT26 est déjà initialisé	Utiliser le menu *Active Setup→Discover from Hardware* pour faire apparaître les processeurs déjà initialisés (voir section 11.2 page 27).
Le son n'est pas homogène ou distordu	La connexion ampli. vers colonne est incorrecte	S'assurer que les colonnes sont correctement connectées. Voir section 10 page 25.
	Le niveau du signal d'entrée est trop élevé	Réduire le niveau du signal d'entrée (Signal d'entrée maxi $\pm 3.25V$ tel que décrit dans 14.1 page 32).

Symptôme	Cause possible	Solution
Le son n'est pas homogène ou distordu	Les paramétres de filtrage sont erronés	Réduire le volume (bloc *Mixer*). Corriger l'égalisation.
	La colonne est antérieure au 1er janvier 2010	Vérifier la configuration en utilisant le menu : *Active Setup→Manage processors*, puis dans le cadre *Options*, utiliser *more...* et préciser que la colonne est antérieure à 2010.
	Il y a un problème de câblage.	S'assurer que le câblage est correct (voir 10 page 25).
	Les paramètres du bloc *Directivity* sont erronés	Vérifier que la zone d'écoute définie dans le bloc *Directivity* de SAdrive correspond à la situation réelle (voir figure 9 page 13).
	Le modèle de colonne dans SAdrive ne correspond pas au modèle réel.	Corriger le modèle de colonne en utilisant le menu *Active Setup→Manage processors.*
Pas de signal sur la sortie SUB	L'option SUB n'a pas été sélectionnée dans SAdrive	Cocher l'option SUB en utilisant le menu *Active Setup→Manage processors.*
La fonction AGC n'est pas accessible et le champ *Noise* du cadre *Status* affiche « – »	L'option MIC n'a pas été sélectionnée dans SAdrive	Cocher l'option MIC en utilisant le menu *Active Setup→Manage processors.*
La fonction AGC ne fonctionne pas et le champ *Noise* du cadre *Status* affiche « 40dB »	Le microphone n'est pas correctement connecté à l'entrée 2 du processeur UT26.	S'assurer que le microphone est correctement connecté sur l'entrée 2 d'une UT26 équipée de l'option MIC (voir section 9.4 page 23).

14 Caractéristiques matérielles

14.1 Processeur UT26

Caractéristiques audio	
Entrées analogiques	2 Entrées symétriques, connecteurs XLR-F Niveau d'entrée maxi : $\pm 3.25V$ (+9.5dBU) Coupure passe-haut 1er ordre à 6Hz Diaphonie : < -90dB Impédance : 15 $k\Omega$ Avec l'option MIC, l'entrée 2 délivre une alimentation fantôme 14V
Entrées digitales	AES/EBU, 48kHz
Sorties analogiques	6 sorties symétriques, connecteurs XLR-M Niveau de sortie maxi : $\pm 1.6V$ $(+3.3dBU$, i.e. max input of MPA6150 amplifier). Impédance : 46 Ω Dynamique : 95 dB
Sortie sub (option)	Sortie symétrique sur DB25-F du port BCL Coupure passe-bas Likwitz-Riley du 4ème ordre à 180Hz Niveau de sortie maxi : $\pm 1.6V$ $(+3.3dBU)$

Caractéristiques générales	
Communication	Port RS232 à 38400 bauds
Alimentation	230V / 50Hz, 15W max
Consommation	45W
Dimensions	$430 \times 44 \times 285mm$ (Rack 19" - 1U)
Couleur	Noir
Poids	4kg

14.2 Amplificateur MPA6150

Caractéristiques audio	
Modes de fonctionnement	6 canaux indépendants 3 canaux indépendants bridgés 2 x 3 canaux (in1→out 1,2,3 ; in2→ out 4,5,6)
Puissance	6 x 100 W sous 8Ω, 6 x 150W sous 4Ω 3 x 300W sous 8Ω (bridgé)
Consommation	Typique : 100W ; Maxi 1kW.
Entrées analogiques	6 entrées analogiques symétriques. Connecteurs Phoenix.
Sorties analogiques	6 sorties sur bornier à vis
Bande passante	20Hz - 20kHz @ 1W $\pm$1dB
Impédance d'entrée	$10k\Omega$ asymétrique, $20k\Omega$ symétrique
Sensibilité	$1V_{eff}$
Rapport signal à bruit	$95dB$
Facteur d'amortissement	> 300
Gain	Réglage des 6 gains en face arrière. Gain en tension maxi : $28dB$.
Distorsion harmonique	THD : 0,1 % @ 1kHz

Caractéristiques générales	
Refroidissement	Par ventilateur à vitesse variable
Protection	Protection contre surcharges et surchauffe
Indicateurs	LEDs de saturation et de protection
Dimensions	$483 \times 88 \times 420mm$ (Rack 19" – 2U)
Poids	$12.3kg$

Pour plus d'information, consulter le manuel du MPA6150.

14.3 Subwoofers

Caractéristiques acoustiques	
Bande passante	40-500Hz
Type	Bass-reflex
Max SPL à 1m	130dB (crête)
Efficacité	97dB / 1W / 1m
Directivité	Omnidirectionnel
Haut-parleur	12", neodyme
Caractéristiques électriques	
Puissance nominale	450W AES
Entrées	SA12 SW : Dual Speakon SA12 SWA : 2x XLR sym. 0dBV
Impédance	8Ω
Amplification	SA12 SW : Compatible avec amplificateur MPA-6150 SA12 SWA : Amplificateur classe D intégré
Raccordement électrique [8]	Neutrik Powercon, 195V - 250V AC 50-60Hz
Caractéristiques mécaniques	
Materiau	CP15
Dimensions	$435 \times 400 \times 440mm$
Poids	SA12-SW : 18.5kg SA12-SWA : 19.8kg
Couleur	Noir
Réglages et utilisation	
Logiciel	Logiciel SAdrive : filtrage par le processeur UT26 avec option SUB.

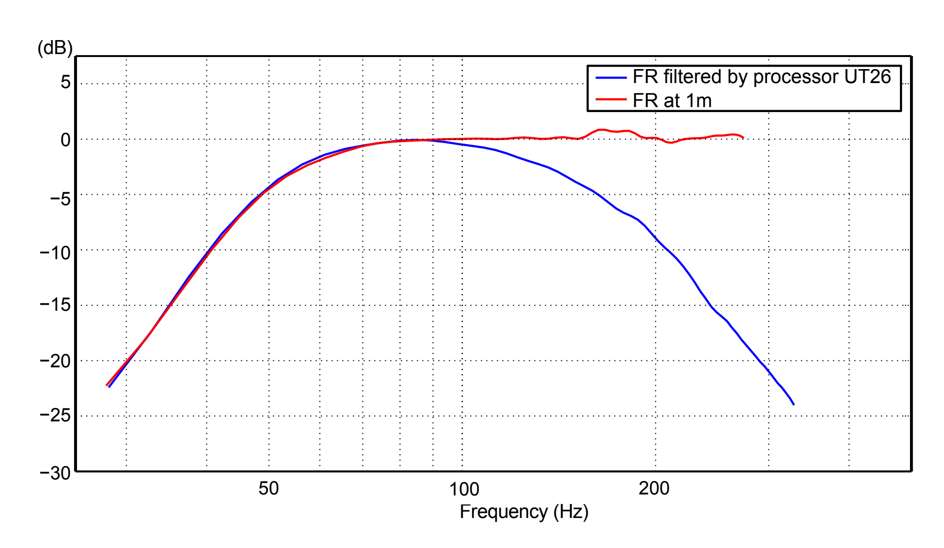


FIGURE 23 – Réponse fréquentielle SA12-SW

8. **seulement pour SA12-SWA**

14.4 Caractéristiques des colonnes

14.4.1 Caractéristiques électriques des colonnes StepArray

Canal	1	2	3	4	5	6
SA100P	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω	–	–	–
SA180P	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω	–	–	–
SA250P	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω	4.4Ω	4.4Ω	4.4Ω
SA400P	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω
SA180S	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω	–	–	–
SA250S	3.3Ω	6.6Ω	6.6Ω	4.4Ω	4.4Ω	3.3Ω

TABLE 9 – Résistance électrique des colonnes StepArray

Pour une vue détaillée du brochage des connecteurs, voir la figure 18 page 23 à la section 9.3.

14.4.2 Caractéristiques mécaniques des colonnes StepArray

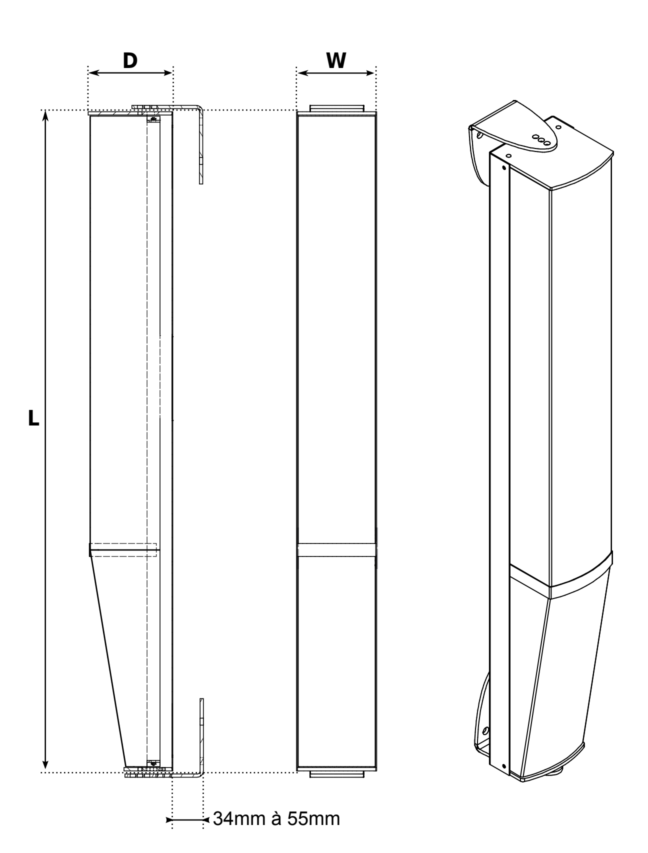


FIGURE 24 – Dimensions des colonnes StepArray

Modèle	Dimensions (L×W×D mm)	Poids (net/emballé)	Câble
SA100P	$1024 \times 124 \times 131$	9kg / 12kg	4G
SA180P	$1840 \times 124 \times 135$	17kg / 21kg	4G
SA180S	$1840 \times 124 \times 135$	17kg / 21kg	4G
SA250P	$2505 \times 124 \times 159$	24kg / 29kg	7G
SA250S	$2505 \times 124 \times 159$	24kg / 29kg	7G
SA400P	$4096 \times 124 \times 135$	39kg / 46kg	7G

TABLE 10 – Caractéristiques mécaniques et électriques des colonnes StepArray



Des schémas détaillés sont disponibles sur le site web d'Active Audio :
http ://www.activeaudio.fr/gamme-steparray/catalogue-et-telechargements

14.4.3 Équerres de fixation

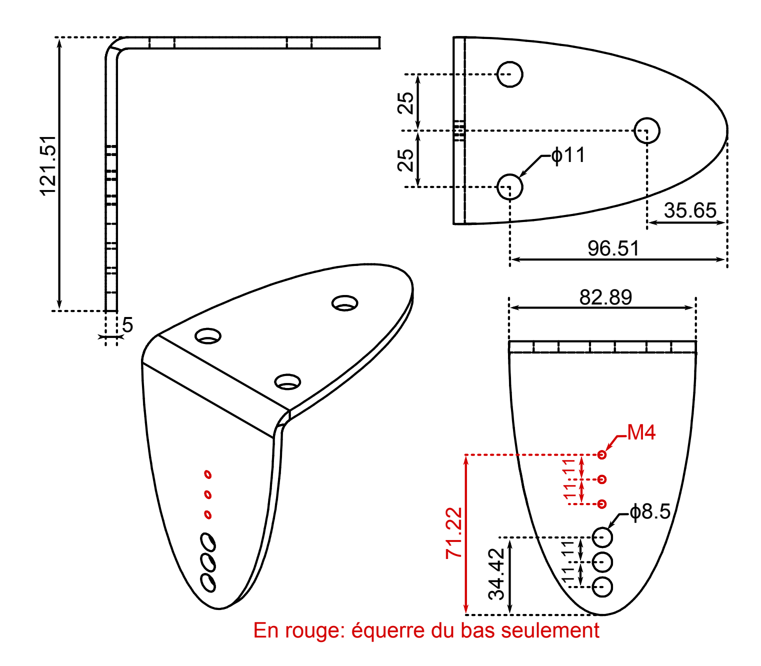


FIGURE 25 – Équerres de fixation pour le montage contre un mur

15 Caractéristiques acoustiques

Toutes les données présentées ci-dessous sont obtenues avec des colonnes placées à leur position nominale, et utilisant des paramètres de filtrage DSP nominaux (pas d'égalisation, etc).

15.1 Caractéristiques communes

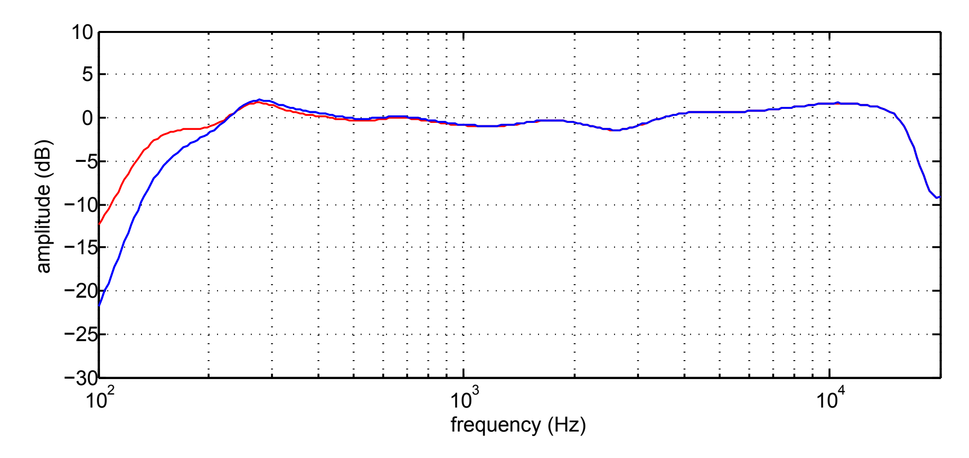


FIGURE 26 – Réponse fréquentielle (colonne SA250P). Moyenne des mesures à 7, 10, 15, 20, 25, et 30m.
En rouge : avec le passe-haut des basses en position « 100Hz », en bleu : avec le passe-haut des basses en position « 200Hz ».

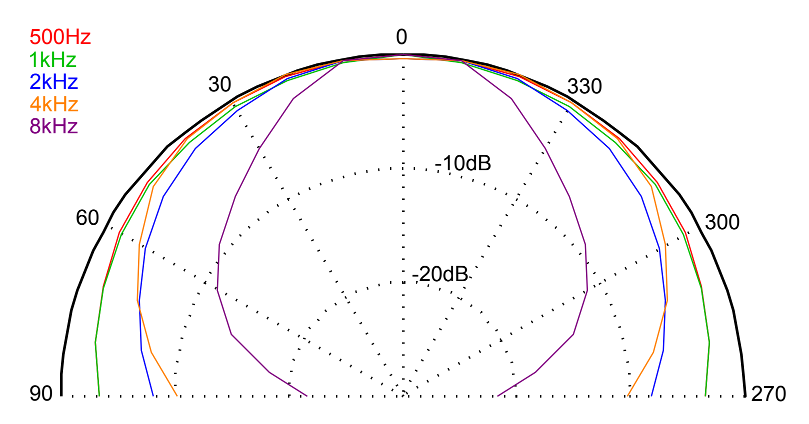
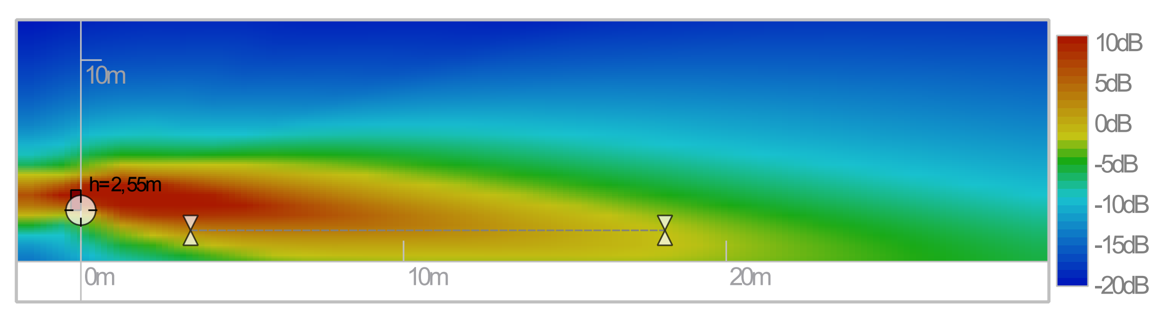
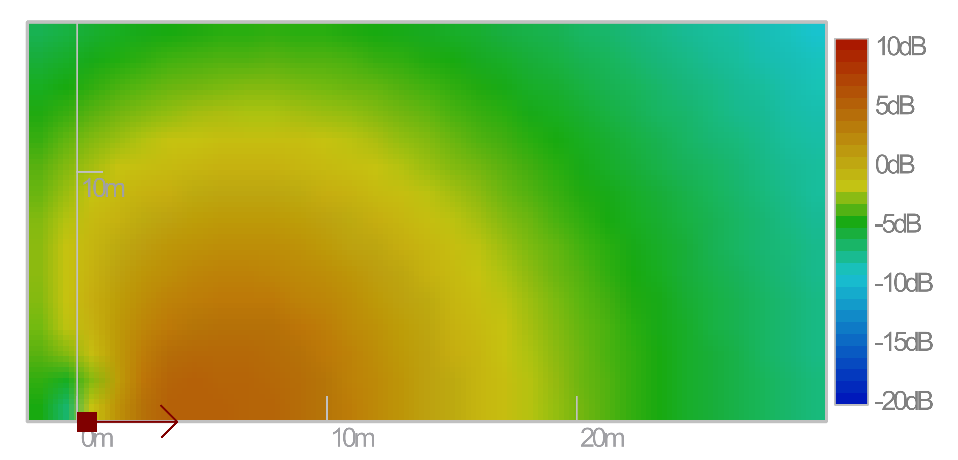


FIGURE 27 – Directivité horizontale (colonne SA250P)

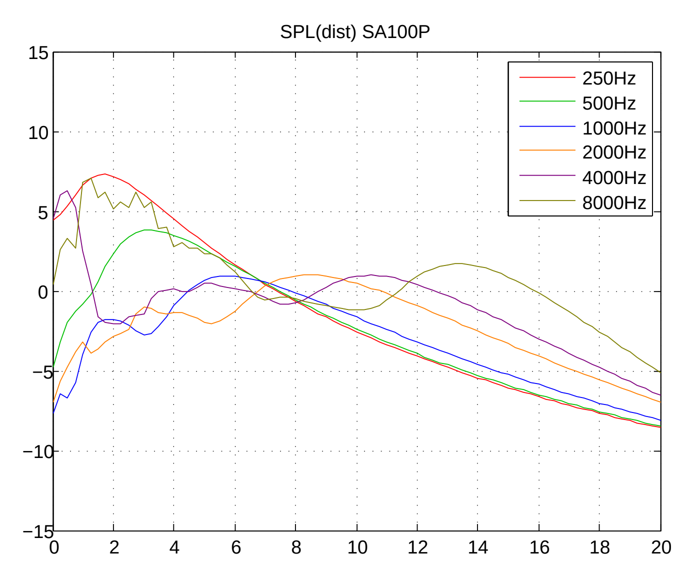
15.2 SA100P : caractéristiques acoustiques[9]



(a) Directivité verticale de la SA100P : niveau sonore pour les octaves voix (500Hz,1kHz,2kHz) dans le plan vertical médian.



(b) Directivité horizontale de la SA100P : niveau sonore pour les octaves voix (500Hz,1kHz,2kHz) sur le plan d'écoute.

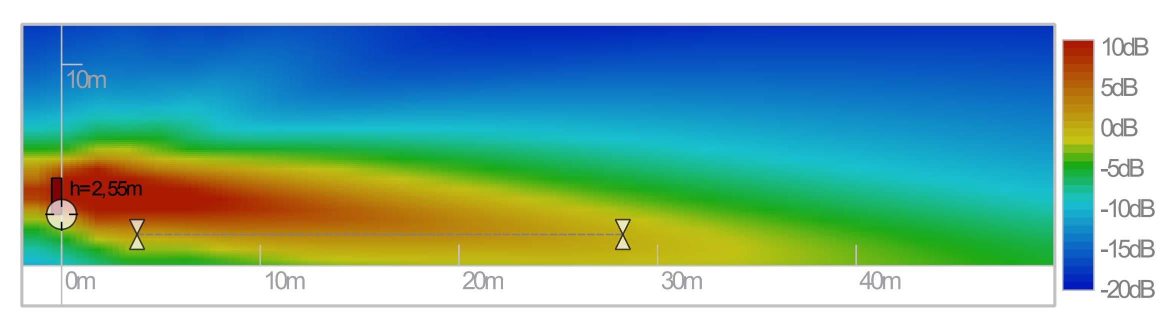


(c) Niveau sonore par octave dans l'axe du plan d'écoute face à la colonne, en fonction de la distance à la colonne.

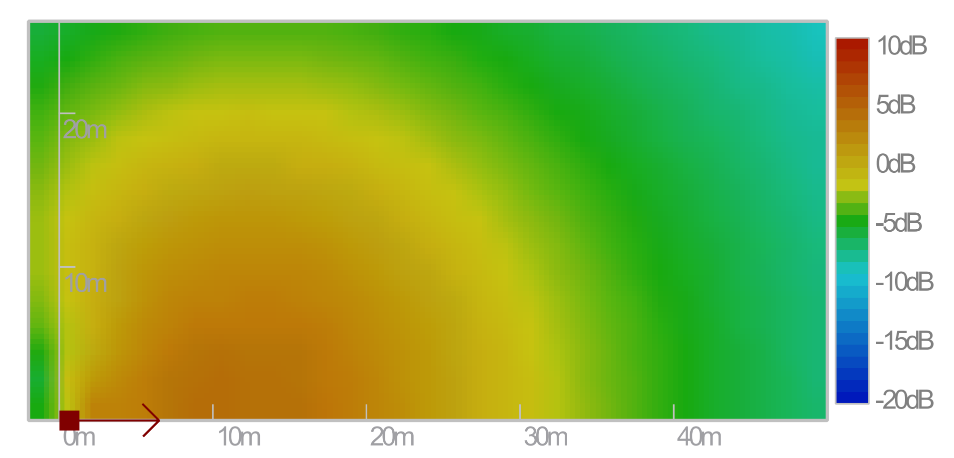
FIGURE 28 – SA100P : caractéristiques acoustiques

9. Colonne en position nominale. Le niveau SPL de référence est le niveau moyen sur la zone d'écoute.

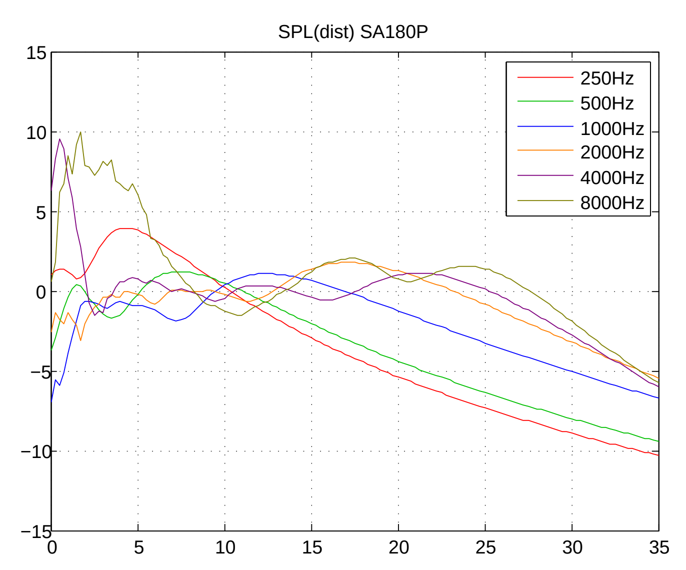
15.3 SA180P : caractéristiques acoustiques [10]



(a) Directivité verticale de la SA180P : niveau sonore pour les octaves voix (500Hz,1kHz,2kHz) dans le plan vertical médian.



(b) Directivité horizontale de la SA180P : niveau sonore pour les octaves voix (500Hz,1kHz,2kHz) sur le plan d'écoute.

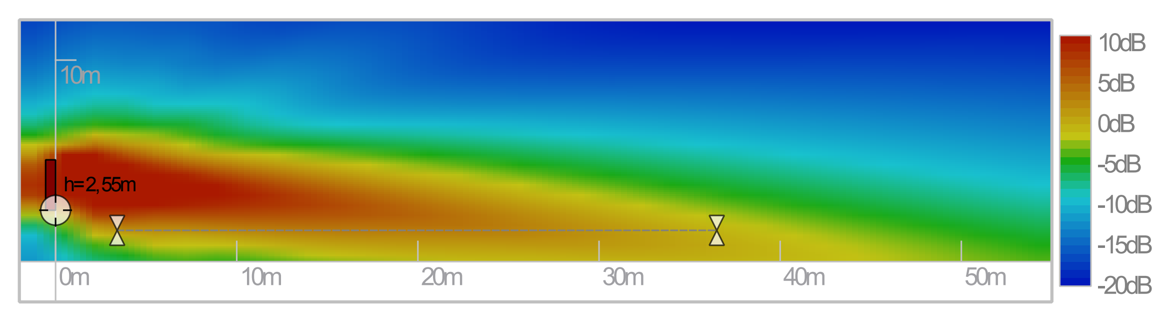


(c) Niveau sonore par octave dans l'axe du plan d'écoute face à la colonne, en fonction de la distance à la colonne.

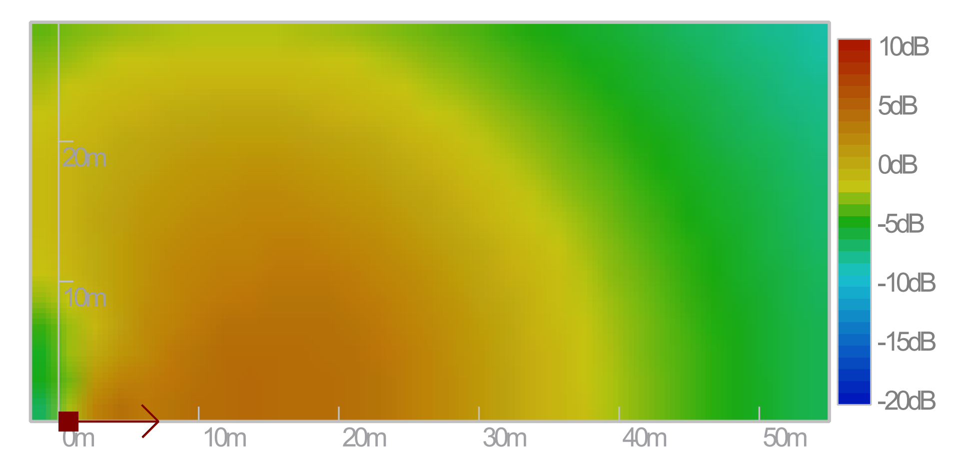
FIGURE 29 – SA180P : caractéristiques acoustiques

10. Colonne en position nominale. Le niveau SPL de référence est le niveau moyen sur la zone d'écoute.

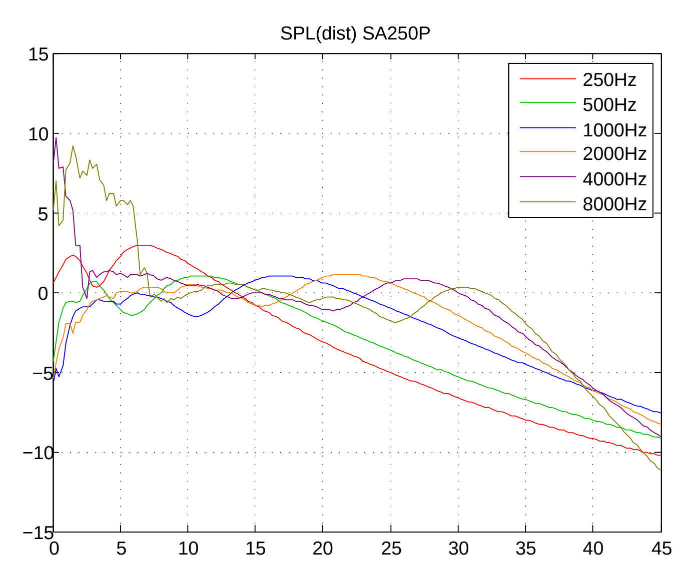
15.4 SA250P : caractéristiques acoustiques [11]



(a) Directivité verticale de la SA250P : niveau sonore pour les octaves voix (500Hz,1kHz,2kHz) dans le plan vertical médian.



(b) Directivité horizontale de la SA250P : niveau sonore pour les octaves voix (500Hz,1kHz,2kHz) sur le plan d'écoute.

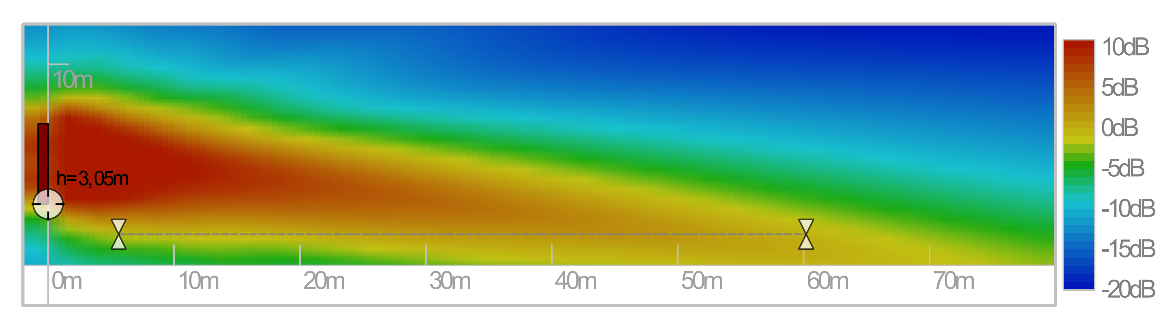


(c) Niveau sonore par octave dans l'axe du plan d'écoute face à la colonne, en fonction de la distance à la colonne.

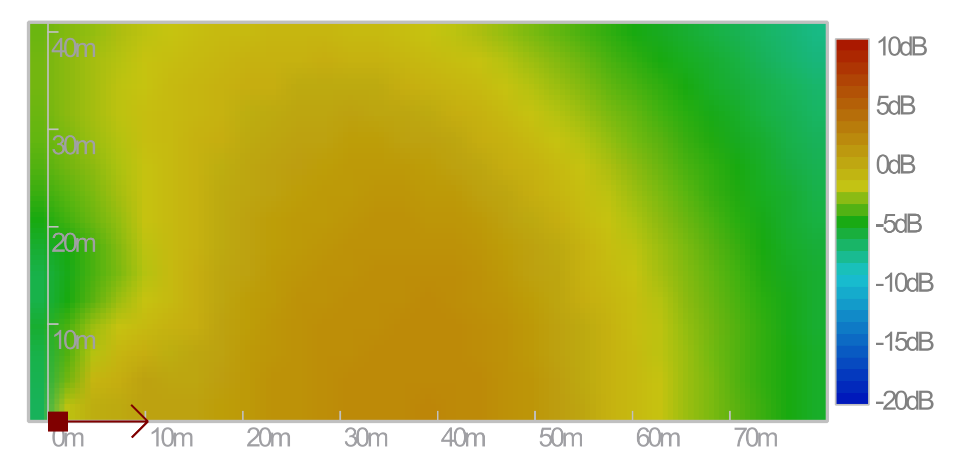
FIGURE 30 – SA250P : caractéristiques acoustiques

11. Colonne en position nominale. Le niveau SPL de référence est le niveau moyen sur la zone d'écoute.

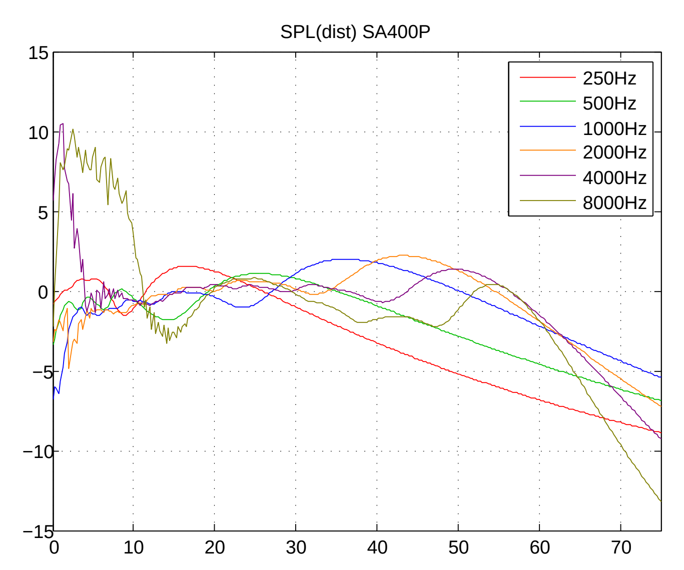
15.5 SA400P : caractéristiques acoustiques [12]



(a) Directivité verticale de la SA400P : niveau sonore pour les octaves voix (500Hz,1kHz,2kHz) dans le plan vertical médian.



(b) Directivité horizontale de la SA400P : niveau sonore pour les octaves voix (500Hz,1kHz,2kHz) sur le plan d'écoute.

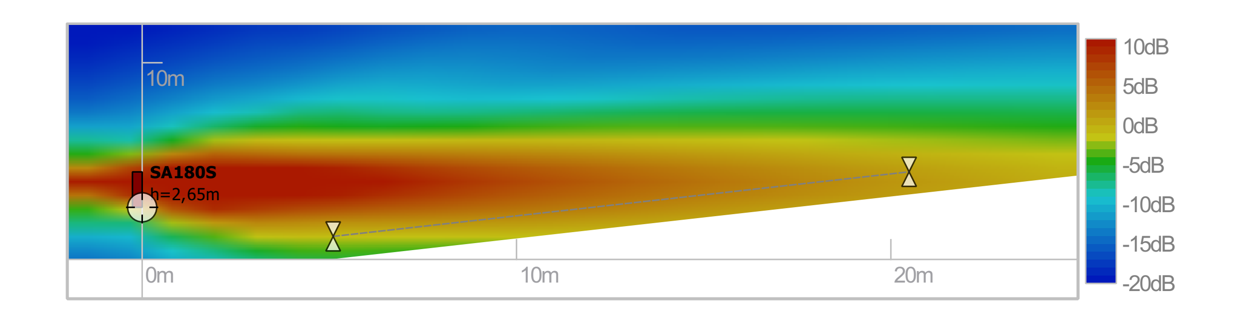


(c) Niveau sonore par octave dans l'axe du plan d'écoute face à la colonne, en fonction de la distance à la colonne.

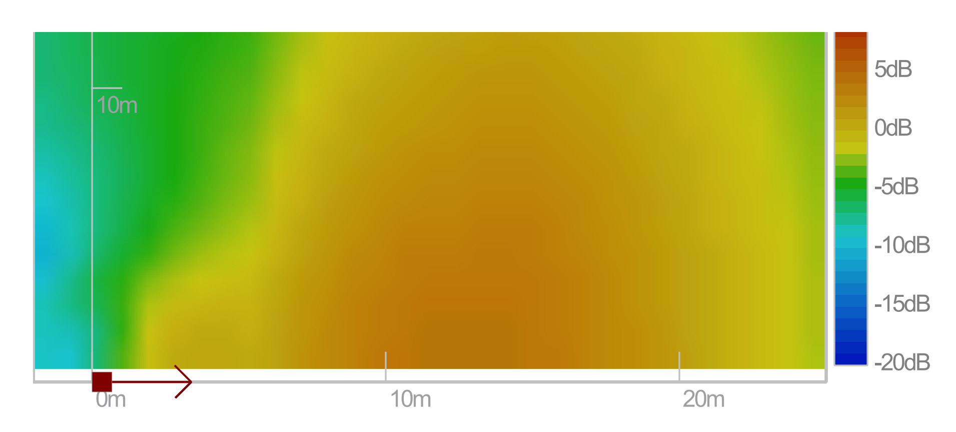
FIGURE 31 – SA400P : caractéristiques acoustiques

12. Colonne en position nominale. Le niveau SPL de référence est le niveau moyen sur la zone d'écoute.

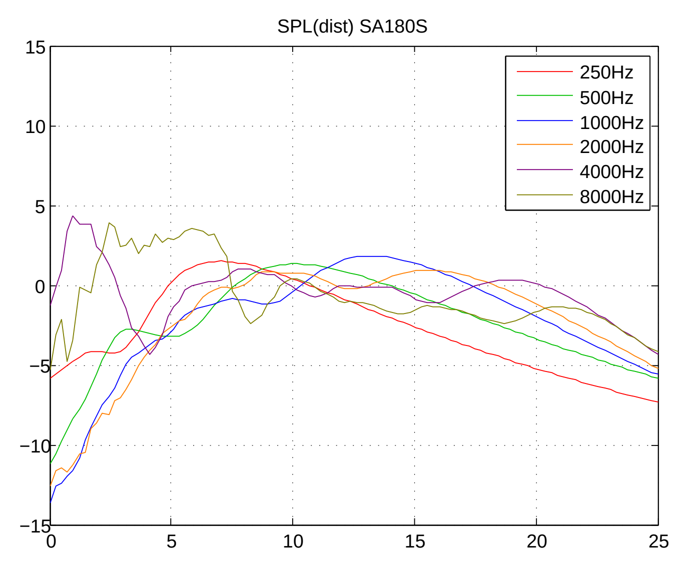
15.6 SA180S : caractéristiques acoustiques [13]



(a) Directivité verticale de la SA180S : niveau sonore pour les octaves voix (500Hz,1kHz,2kHz) dans le plan vertical médian.



(b) Directivité horizontale de la SA180S : niveau sonore pour les octaves voix (500Hz,1kHz,2kHz) sur le plan d'écoute.

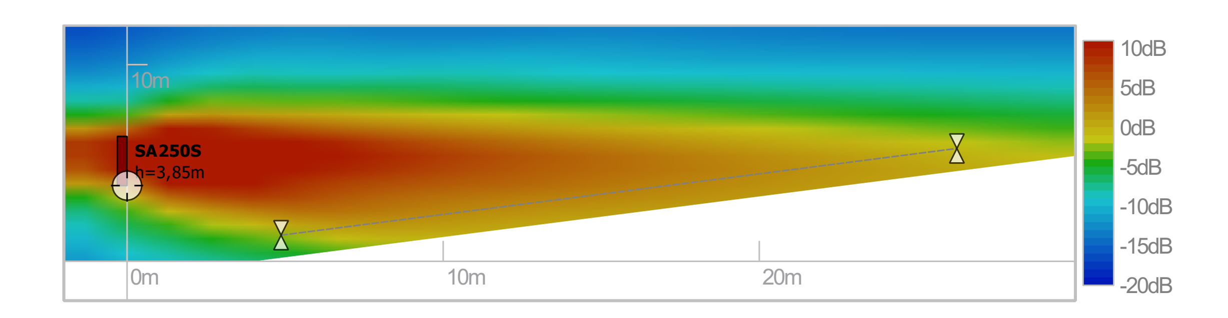


(c) Niveau sonore par octave dans l'axe du plan d'écoute face à la colonne, en fonction de la distance à la colonne.

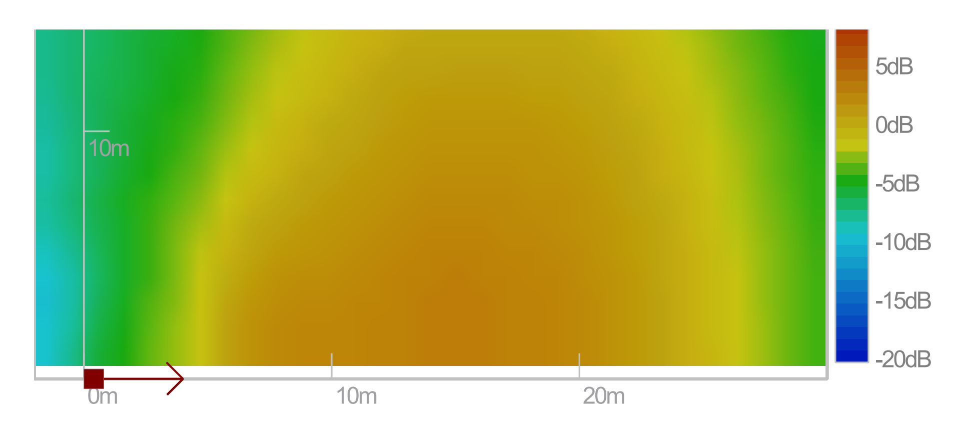
FIGURE 32 – SA180S : caractéristiques acoustiques

13. Colonne en position nominale. Le niveau SPL de référence est le niveau moyen sur la zone d'écoute.

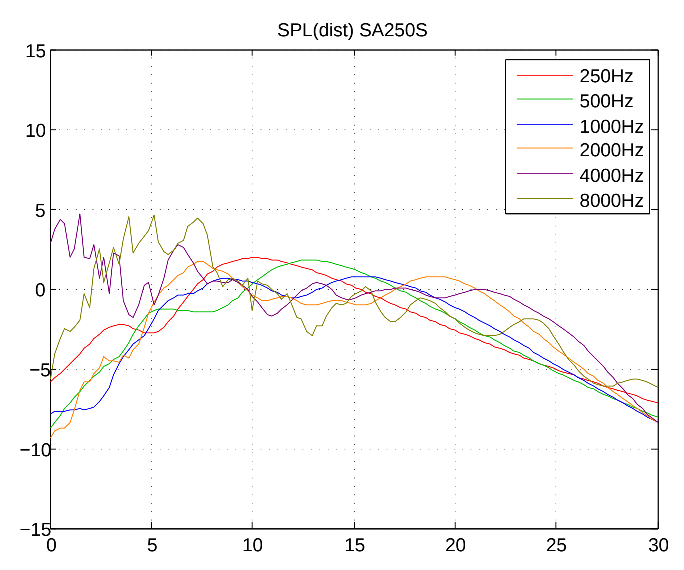
15.7 SA250S : caractéristiques acoustiques [14]



(a) Directivité verticale de la SA250S : niveau sonore pour les octaves voix (500Hz,1kHz,2kHz) dans le plan vertical médian.



(b) Directivité horizontale de la SA250S : niveau sonore pour les octaves voix (500Hz,1kHz,2kHz) sur le plan d'écoute.



(c) Niveau sonore par octave dans l'axe du plan d'écoute face à la colonne, en fonction de la distance à la colonne.

FIGURE 33 – SA250S : caractéristiques acoustiques

14. Colonne en position nominale. Le niveau SPL de référence est le niveau moyen sur la zone d'écoute.

Liste des tableaux

Table des figures

www.activeaudio.fr

info@activeaudio.fr

332 Bd Marcel Paul, CP602 - 44806 Saint-Herblain Cedex - France

Tel: +33 (0)2 40 92 39 90 - Fax: +33 (0)2 40 92 39 91

Contact